Ueberreicht vom Verfasser.

(4)

Die Copulationsanhänge der solitären Apiden und die Artentstehung durch „physiologische Isolierung“.

Von

Johannes Strohl.

Mit 3 Tafeln und 2 Abbildungen im Text.



Abdruck

aus den

Zoologischen Jahrbüchern.

Herausgegeben von Professor Dr. J. W. Spengel in Gießen.

Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere.

Sechsundzwanzigster Band. Heft 3. 1908.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

1908.



Die Copulationsanhänge der solitären Apiden und die Artentstehung durch „physiologische Isolierung“.

Von

Johannes Strohl.

Mit Tafel 22—24 und 2 Abbildungen im Text.

Seit längerer Zeit bereits waren im engern Kreis der Entomologen die sog. Genitalanhänge der Insecten Gegenstand besonderer Untersuchung und Beachtung gewesen. Wie bei andern Gattungen andere Organe, so wurden bei einigen, bis dahin schwer zu unterscheidenden Arten die Genitalanhänge zur Bestimmung und Orientierung verwertet. Seit nun aber die entomologische Systematik engere Fühlung mit den Laboratorien und besonders mit der Biologie bekommen hat, sind in neuester Zeit diese Organe die Stütze besonderer theoretischer Anschauungen geworden und mit der Artentstehung in engen Zusammenhang gebracht. Die betreffenden, hier weiterhin zur Besprechung gelangenden Untersuchungen beschränkten sich aber bis jetzt fast ganz auf die Schmetterlinge und verlangten dringend nach Prüfung auf andern Gebieten.

Auf Anregung Herrn Geheimrats Weismann untersuchte ich die Verhältnisse bei den solitären Apiden und den Schmarotzerbienen und gelangte dabei immer mehr und mehr zur Überzeugung, daß mein hochverehrter Lehrer, indem er mich die Frage auf dieses Gebiet hinüberführen ließ, einem überaus glücklichen und zielbewußten Gedanken gefolgt war. Denn, wenn auch diese Arbeit noch keine völlige Klärung der Frage bringen dürfte, so glaube ich doch, daß man gerade hier einer Lösung des Problems äußerst nahe kommen kann, da die Bienen und ev. die Ameisen, infolge ihrer so

prägnanten und dank ausgezeichneten Spezialforschern so gut bekannten Biologie, besondere und wichtige Anhaltspunkte bieten. Ich denke dabei an die Anpassung der einzelnen Bienenarten an besondere Blumen, an die Entwicklung der solitären Apiden zu den sozialen, bei den Ameisen an die gemischten Kolonien und den Polymorphismus. Hat doch schon HERMANN MÜLLER die Bienen, ihren Bau und ihre Biologie zu einer besondern Stütze des damals noch jungen und viel umstrittenen Darwinismus gemacht. Ich unternehme daher eigentlich nichts Neues, indem ich versuche, sie ein zweites Mal zur Unterstützung der bei der Artentstehung wirkenden Naturzüchtung heranzuziehen. Nur der Ausgangspunkt ist neu, um anderswo entstandene neue Ansichten womöglich zum gleichen Mittelpunkte zurückzuführen.

Es sei mir hier zunächst gestattet, Herrn Geheimrat WEISMAN meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die Überweisung der Arbeit, in deren Verlauf mir seine Gedankenfülle und reiche Erfahrung so oft zustatten gekommen; zu besonderm Danke bin ich meinem hochverehrten Lehrer auch verpflichtet für die freigebige Beschaffung des Materials, das ich von dem ausgezeichneten Apidenforscher Herrn Dr. FRIESE in Schwerin bezogen, dessen wertvolle und liebenswürdige Belehrungen in der Apidenbiologie ich mit fast allen andern Untersuchern auf diesem Gebiet zu teilen das Glück gehabt. Vielen herzlichen Dank möchte ich auch Herrn Privatdozenten Dr. SCHLEIP aussprechen für das so rege Interesse, das er durchweg meiner Arbeit entgegengebracht, die er durch so manche belehrende Unterredung gefördert hat. Aufrichtig erkenntlich bin ich ihm und Herrn Dr. v. GUAITA für die wertvollen praktischen Winke und Ermutigungen, welche mir die Ausführung der Zeichnungen ermöglichten. Denn nachdem ich 3 oder 4 von Herrn Zeichenlehrer HÜBNER hatte ausführen lassen, kam ich bald zur Überzeugung, daß die Kompliziertheit der Objekte längere vorhergehende Orientierung im Mikroskop verlange, um z. B. zufällige Schrumpfungen des Chitins nicht für wichtige Konturen zu halten. Wenn daher auch meine Zeichnungen technisch vielleicht weniger gut sind, so haben sie doch den Vorzug, die Form genau wiederzugeben, die ich wirklich gesehen habe.

Bisherige Untersuchungen.

1. Morphologische Kenntnisse.

Die erste und Hauptarbeit über die Genitalanhänge der männlichen Hymenopteren verdanken wir Léon Dufour, der in seinem vorzüglichen, fast 400 Seiten und 13 große Tafeln umfassenden Werke u. a. auch jene Organe, von ihm armure copulatrice genannt, untersuchte. Da seine Befunde auch heute im allgemeinen noch Gültigkeit haben und nur, wie wir nachher sehen werden, die Benennung der einzelnen Teile zweckmäßig geändert wurde, so führe ich einen Auszug davon an (p. 404—406), wie ihn auch Enoch Zander in seiner neuern Arbeit in der Übersetzung gegeben hat. Die armure copulatrice, am Ende des Ductus ejaculatorius befindlich, ist in der Ruhelage in das Abdomen zurückgezogen und wird erst zur Begattung oder auch beim plötzlichen Tod des Tieres in Reagenzien ausgestülpt. Dufour unterscheidet an ihr 3 konstante Teile, die pièce basilaire, den forceps und den fourreau de la verge, zu denen sich bisweilen eine volselle und ein hypotome gesellen.

1. Die pièce basilaire, wie der Name sagt, an der Basis des ganzen Apparats gelegen, bildet stets ein einheitliches, mehr oder weniger stark ausgebildetes Stück, an dem man nicht selten eine median vertiefte Furche erkennt. An dieses Basalstück setzen seitlich die Muskeln an, welche den ganzen Apparat am Abdomen befestigen.

2. Der stark chitinisierte forceps bedingt infolge seiner stets mächtigen Entfaltung jeweils die Form des Copulationsorgans und besteht aus 2, wie die Arme einer Zange gegeneinander beweglichen branches du forceps, die gelenkig in der pièce basilaire stecken.

3. Zwischen den beiden branches du forceps liegt das eigentliche Begattungsglied, der fourreau de la verge. Dieses Penisetui ist von wechselnder Länge und an seiner dorsalen und ventralen Wand gewöhnlich dünnhäutig, während die lateralen Zonen durch ihre stärkere Chitinisierung auffallen und von Dufour den Namen baguettes du fourreau erhalten haben. Diese treten bei manchen Hymenopteren-Arten als selbständige, bewegliche Stäbe neben dem eigentlichen zentralen Penisetui auf und scheinen die Vagina bei der Copulation gespannt zu erhalten. Dufour schreibt ihnen eine große Bedeutung für die Artunterscheidung zu.

4. Neben diesen fundamentalen Stücken des Begattungsapparats beobachtet man oft, aber nicht immer, an der ventralen oder medialen Wand der branches du forceps ein Paar kleinere Gebilde oder Zangenäste, die volselles.

5. Noch seltner ist nach Dufour ein sog. hypotome, aus den Abbildungen bei *Xylocopa* und *Psithyrus* zu schließen, ein schuppenartiges Deckstück unterhalb des ganzen Apparats gelegen und dessen Funktion Dufour sich nicht erklären konnte.

Wenn zwar Dufour's Untersuchungen und Textangaben u. a. auch fast alle Apiden-Gattungen berücksichtigen, so sind für unsern Zweck doch seine Abbildungen bei weitem nicht hinreichend und zahlreich genug. Es fehlt vor allem gerade den Genitalanhängen die Plastizität, die allein uns über die Form wirklich unterrichten kann. Aber seine ausgezeichneten lithographischen Wiedergaben des ganzen männlichen Genitaltractus von *Xylocopa*, *Anthophora*, *Anthidium* u. a. bieten erwünschte und gute Gelegenheit, sich über die gegenseitige Lage der einzelnen Teile zu orientieren (vgl. Fig. 1 u. 2). Wir sehen sehr schön, wie die zum Teil verwachsenen Hoden mit ihren paarigen Vasa deferentia in den unpaaren Ductus ejaculatorius münden und daß dieser sich dann an die armure copulatrice ansetzt und zwar, wie ich sehe, so, daß er rings an der pièce basilaire als einem ausspannenden Reifen angewachsen ist und von dort nach innen sich in den engern, rings von den einzelnen Teilen des Copulationsapparats umgebenen Penis fortsetzt, an dessen Spitze, anal gerichtet, die Mündung liegt.

Untersuchungen über die Copulationsanhänge stellte erst 1874 wieder v. Hagens an, welcher die der verschiedensten Gattungen, zunächst ohne Abbildungen, bespricht, einige Jahre später dann die der ganzen Gattung *Sphecodes* zu systematischen Zwecken verwertet und abgebildet hat. Diese dorsalen Ansichten geben einen sehr guten Begriff der Beschaffenheit der einzelnen Copulationsorgane. Etwa zu gleicher Zeit verwandte Saunders die Copulationsanhänge einiger aculeaten Hymenopteren, so z. B. von *Prosopis*, zur Klassifizierung der Arten. Leider kenne ich den Inhalt seiner Arbeiten nur aus dem Referat. In verschiedenen Arbeiten hat ferner noch General Radozkowski die Copulationsanhänge einiger solitärer Apiden-Gattungen untersucht und zur Artunterscheidung herangezogen. Leider waren auch seine Arbeiten mir nur zum Teil zugänglich. Soviel ich aber aus seinen Umrißzeichnungen der betreffenden Organe bei der Gattung *Melecta* z. B. gesehen habe, ist

man nicht imstande, sich davon eine plastische Vorstellung zu machen. Seine theoretischen Ansichten über den Wert der Copulationsanhänge für die Artunterscheidung sind auch die von Kraatz und werden weiterhin zur Besprechung kommen. Was endlich noch Peytoureau anbelangt, der in einer größern Arbeit die Genitalanhänge behandelt hat und ein sehr vollständiges und wertvolles Literaturverzeichnis gibt, so hat er speziell die solitären Apiden nicht berücksichtigt.

Für unsere besondern Zwecke, also die Kenntnis der männlichen Genitalorgane der Apiden, reihen sich eigentlich als wichtig an die Arbeit von Dufour erst wieder die 1900 erschienenen vorzüglichen Beiträge von Enoch Zander an. Dieser Forscher, der bereits in mehreren Monographien die Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge in den verschiedenen Insectenordnungen klargelegt hat, unterzog sich vor allem der Mühe einer Sichtung und Vergleichung der verschiedenen, allmählich für die einzelnen Teile des Copulationsapparats in Gebrauch gekommenen Bezeichnungen. Er zeigte, daß bisweilen die heterogensten Stücke mit gleichen Namen belegt worden waren, und stellt zur bessern Übersicht die Synonymik aller vorliegenden Nomenklaturversuche in einer Tabelle zusammen, nachdem er selbst neue, aber höchst einfache Namen für die einzelnen Teile gewählt.

Für Dufour's Bezeichnungen:	Pièce basilaire	Branche du forceps	Volselle	Fourreau de la verge
führt Zander ein:	Cardo	Valva externa	Valva interna	Penis

Das hypotome Dufour's bespricht Zander nicht weiter und scheint es jedenfalls auch nicht für einen besondern Teil des Copulationsapparats gehalten zu haben. Die Valvae externae und internae läßt er auf einem unpaaren proximalen Stamme aufsitzen. Im allgemeinen also bestätigt er die Angaben Léon Dufour's, und auch ich kann es für die von mir eingehend untersuchten solitären Apiden. Zander stellt in einer zweiten Tabelle die verschiedenartige Ausbildung der einzelnen Stücke des Geschlechtsapparats bei den verschiedenen Hymenopteren-Gruppen übersichtlich zusammen. Wir ersehen daraus, daß bei den solitären Apiden der Cardo meist als schmaler, dorsal etwas breiterer Ring auftritt, die Valvae externae als verschiedenartige Zapfen und Zangen am stärksten ausgebildet sind, die Valvae internae äußerst reduziert und der Penis durch 2 kräftige isolierte Stäbe repräsentiert ist, die durch eine schmale,

membranöse Brücke verbunden sind. Ganz besonders interessant sind Angaben, die Zander über den Copulationsapparat von *Apis mellifica* macht. Der Begattungsapparat der Drohne mußte nämlich nach den bisherigen Kenntnissen als ein von den Copulationsanhängen der übrigen Hymenopteren durchaus verschiedenes Gebilde angesehen werden. Vollständig in das Abdomen zurückgezogen, erweist er sich als ein weiches, mit eigenartigen Chitinverzierungen und hornartigen Anhängen (Fig. 3 u. 4) versehenes Rohr, das, wie Michaelis zeigte, bei der Copulation handschuhfingerartig umgekrempelt und ausgestülpt wird, sodaß die in der Ruhelage am Grunde des Rohres liegende Mündung des Ductus ejaculatorius nunmehr an die Spitze des ganzen Gebildes zu liegen kommt und weit nach hinten über das Ende des Abdomens herausragt. Unabhängig von diesem Copulationsrohr liegen an der Geschlechtsöffnung 2 Paar Zapfen oder Deckstücke, von denen das eine, größere, von Michaelis Deckplatten, das andere, diesem angeschmiegte, Deckschuppen genannt wurde. Zander erklärt nun diese Deckplatten als dem Penis der übrigen Apiden und die Deckschuppen als den Valvae externae entsprechend, an deren oralem Rande noch Rudimente des Cardo nachzuweisen sind. Das ganze Copulationsrohr aber, zwischen den beiden Deckplatten, d. h. dem Penis eingesenkt, spricht Zander als Ductus ejaculatorius an und findet seine Deutung der Verhältnisse durch entwicklungsgeschichtliche Tatsachen bestätigt. „Die Drohne nimmt somit," sagt Zander, „keine Ausnahmestellung unter den männlichen Hymenopteren ein, sondern bildet nur das Endglied in der Reihe von Umbildungen, die wir an den Geschlechtsanhängen der übrigen Hymenopteren beobachten können. Der fremdartige Eindruck des Apparates wird nur dadurch bedingt, daß sich der Ductus ejaculatorius auf Kosten der äußern Anhänge mächtig entfaltet hat." Diese ganz verschiedenartige Ausbildung des Copulationsapparats von *Apis* gegenüber dem der solitären Apiden dürfte doch wohl eine Folge der ganz anders verlaufenden Copulation sein, die viel innigere und festere Vereinigung verlangte als bei den solitären Apiden. Es scheint mir, als ob wir es hier mit einem sog. Funktionswechsel zu tun hätten, insofern der bei den solitären Apiden kaum an der Befestigung beteiligte Ductus ejaculatorius allmählich dazu überging und seinen ganzen distalen Teil als Halteapparat ausbildete. Ich werde weiterhin auf die Begattungsverhältnisse zurückzukommen haben (vgl. S. 357).

Nachdem Zander also einen einheitlichen Organisationsplan bei

den männlichen Geschlechtsanhängen aller Hymenopteren festgestellt hat, zeigt er auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Befunde, daß die männlichen Copulationsanhänge keinerlei morphologische Übereinstimmung mit dem Stachelapparat der Weibchen erkennen lassen, vielmehr im Gegensatz zu diesem nicht die geringsten Beziehungen zum Hautskelet aufweisen und durchaus Bildungen eigner Art sind, deren sämtliche Teile durch Differenzierung eines einzigen Primitivzapfens entstehen. — Im übrigen kommt für unsern speziellen Zweck auch Zander's Arbeit, ebenso wie die von Dufour, nicht in Betracht, da er an Abbildungen von Copulationsorganen solitärer Apiden nur das einer nicht weiter bezeichneten *Anthophora*-Art gibt und auch dies nicht vollständig, indem der ganze eigentliche Penis oder fourreau de la verge weggelassen ist.

Damit wäre, soweit ich die Literatur überblicken kann, unsere Kenntnis der männlichen Copulationsanhänge der solitären Apiden erschöpft.

Es ist nun immer sozusagen als selbstverständlich angenommen worden, daß einem so komplizierten männlichen Copulationsapparat besondere Teile am weiblichen Geschlechtsapparat entsprechen müßten, etwa wie bei den Schmetterlingen. Nirgendwo aber konnte ich weder in der Literatur Angaben noch am Präparat so zu deutende Gebilde auffinden. Weder eine besondere Begattungstasche noch vor allem etwa chitinige, den Valvae der weiblichen Schmetterlinge entsprechende Teile scheinen vorhanden zu sein. Allerdings wurde, wie leicht verständlich, bei Untersuchungen des weiblichen Geschlechtsapparats der Hymenopteren fast ausschließlich Stachel- und Legeapparat berücksichtigt. Aber weder Léon Dufour noch Lacaze-Duthiers machen irgendwelche Angaben über dergleichen Gebilde. Als Begattungstasche bei *Apis* müssen wir wohl die beiden seitlichen Ausbuchtungen der weiten Scheide ansehen, von denen Leuckart in den Erklärungen zu fig. 5 seiner Wandtafel über *Apis mellifica* spricht und die wahrscheinlich den von Janet bei *Formica* angegebenen entsprechen. Bei solitären Apiden sehe ich nichts dergleichen, ganz sicher jedenfalls keine chitinigen Teile. Weiche Begattungstaschen nachzuweisen ist deshalb sehr schwierig, weil sich der ganze Oviduct in der Ruhelage in völlig kollabiertem Zustand befindet und von den Chitinteilen des Stachelapparats zusammengedrückt wird. Ich habe, aber vergebens, mit feinsten Pravazspritzen Farbeninjektionen in den Genitaltractus versucht. Übrigens scheint mir außer bei *Apis*, wo ein Copulationsrohr weit in die

Vagina vorgeschoben wird und wo ebenso wie bei den Ameisen die Begattung hoch in der Luft erfolgt, das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von weichen Ausbuchtungen untergeordnete Bedeutung zu haben. Vielmehr scheint mir die ganze chitinige armure copulatrice der solitären Apiden dafür da zu sein, teils die Vagina des Weibchens, die immer als einfach mündendes Rohr erscheint, bei der Begattung auseinanderzuspannen, teils den dorsal darüber liegenden Stachelapparat abzudrücken. Ähnlich äußert sich übrigens über den weiblichen Geschlechtsapparat auch schon KLUGE, dessen Worte (p. 192) anzuführen ich der allgemein verbreiteten gegenteiligen Ansicht gegenüber nicht für überflüssig halte: „Hier (bei den Entomologen) herrscht immer die Annahme vor, daß die weibliche Geschlechtsöffnung durch Ausbuchtungen in ihrer Figuration genau der Form und den Größenverhältnissen des männlichen Genitalorgans angepaßt sei. Nun ist aber die Scheide der weiblichen Hymenopteren muskulös, und wo Muskeln sind, kann auch beliebige Ausdehnung und Zusammenziehung, also Größenveränderung eintreten.“ Ebenso auch LINDEMANN (zitiert nach KRAATZ): „Das Variieren im Bau des Begattungsgliedes zwischen sehr weiten Grenzen ist hier möglich, ohne die physiologische Wirkung des Organs irgendwie zu beeinträchtigen; denn die weite, ganz einfache Höhle der weiblichen Kloake und Begattungstasche ist gleich geeignet ein ganz einfaches als auch ein kompliziertes Glied in sich aufzunehmen.“

Existieren aber keine speziell sich entsprechenden Teile am weiblichen und männlichen Copulationsapparat der solitären Apiden, und das scheint mir der Fall zu sein, so fällt damit eigentlich schon eine Stütze jener Anschauungen, die eine Isolierung von Individuen und Arten auf Grund abändernder Copulationsorgane annehmen. Ja es will mir scheinen, als sei jene Ansicht von den entsprechenden weiblichen Teilen nur eine Folge jener andern Vorstellungen von einer notwendigen Isolierung der Arten, falls Spaltung derselben eintreten soll. Damit aber kommen wir auf den eigentlichen biologischen Teil unserer historischen Übersicht und überhaupt unseres ganzen Themas.

2. Theoretische Anschauungen.

Bereits DUFOUR nämlich sah in der veränderlichen Form der „armure copulatrice“ einen hochwichtigen Faktor für die Reinerhaltung der Art und die Verhinderung unnötiger Kreuzung. Er

folgte darin dem Zug seiner Zeit zur philosophischen Verallgemeinerung wissenschaftlicher Tatsachen. Ebenso gab Ormancey 1849 eine Arbeit heraus betitelt: De l'étui pénial considéré comme limite de l'espèce dans les coléoptères, deren Titel, fast mehr noch als der Inhalt, die Ansicht des Verfassers wiedergibt. Aber erst in den 80er Jahren kam diese übertriebene Einschätzung des Wertes der männlichen Copulationsanhänge zu voller Entfaltung und zwar besonders in den Heften der Deutschen entomologischen Zeitschrift, deren damaliger Herausgeber und Hauptmitarbeiter G. Kraatz zur Untersuchung des männlichen Begattungsgliedes aufforderte und auf die besondere Wichtigkeit desselben für Systematik und Artunterscheidung hinwies. Unter anderm kam er zu dem Schluß, „man werde in den meisten Fällen den Artbegriff einfach dahin definieren können, daß man sagt, zu einer Art gehören alle ähnlichen Individuen mit der gleichen Bildung des männlichen Begattungsgliedes“. Dieser verzweifelte Rettungsversuch an dem Begriff von der Konstanz der Art hat für uns heute eigentlich nur noch historische Bedeutung. Trotzdem hatten diese Untersuchungen zweifellos zum Teil auch wirklichen Wert, insofern die Copulationsorgane, ebenso wie irgendwelche andern Teile, einzelne Segmentringe, Antennen, Tarsen, Kopfschilder usw. zur systematischen Unterscheidung der Arten herangezogen werden können, aber eben auch nur in demselben Maße wie diese, d. h. nicht mehr und nicht weniger. Es wurden denn auch mit Erfolg die Copulationsanhänge bei verschiedenen Gattungen verwertet, wo andere Unterscheidungsmerkmale versagten, so z. B. von Hofmann bei der Microlepidopteren-Gattung *Butalis*, von Kraatz selbst bei Cetonien, von Escherich bei der Meloïden-Gattung *Zonitis* usf. Von besonderm Interesse für uns sind die Untersuchungen, in denen v. Hagens die Copulationsanhänge der Apiden-Gattung *Sphecodes* zur Artunterscheidung verwertet hat. In der Bestimmung dieser Gattung hatte bis dahin mangels eines geeigneten Unterscheidungsmerkmals eine wohl beispiellose Meinungsverschiedenheit geherrscht, indem der eine Forscher 3 Arten, der andere 232 angenommen hatte. v. Hagens konnte auf Grund der Copulationsanhänge die Zahl der Arten bestimmt auf 26 festsetzen und kommt zum Schluß seiner Arbeit zu der Ansicht, daß bei Verschiedenheit der Genitalien Verschiedenheit der Art angenommen werden müsse, daß hingegen, wo eine erhebliche Verschiedenheit nicht bemerkbar sei, deshalb noch nicht notwendig Einheit der Art anzunehmen sei. Schon eine merkliche Abschwächung des Axioms

von Kraatz. Statt einfach zu sagen, hier in diesen Fällen, wo andere Merkmale versagen, lassen sich die Genitalanhänge verwerten, in vielen andern Fällen zeigen diese wieder keine Verschiedenheiten, sind also unverwertbar und müssen andere Merkmale herangezogen werden, sprach man vielmehr den Modifikationen der Genitalanhänge als den bei der Copulation funktionierenden Teilen einen ganz besondern Wert zu. Sie wurden als ein Riegel zur Reinerhaltung der Art und nur deshalb als verschieden angesehen, damit sie verschieden seien und so einer Kreuzung ein Hindernis in den Weg legten. — Obwohl diese Ansichten heute von ihren Verteidigern, soweit sie noch leben, nicht mehr aufrecht erhalten werden, wie ich z. T. aus mündlicher Mitteilung bestimmt weiß, so haben sich doch Reste dieser Anschauungen bis jetzt weitererhalten und werden wir sie nachher bei der Besprechung sowohl der Arbeiten von Jordan als auch von Petersen wiederfinden. Zuvor aber möchte ich eine kleine Arbeit von Pérez erwähnen, die allzuwenig beachtet zu sein scheint und deren Resultate vollkommen mit den meinigen übereinstimmen. Und zwar bin ich, wie ich betonen möchte, zuerst unabhängig von Pérez, dessen Arbeit ich erst später kennen lernte, zu gleicher Ansicht gekommen. Pérez, als erfahrener Hymenopteren-Forscher bekannt, vertritt, trotzdem er noch persönlicher Schüler Dufour's war, den Standpunkt, daß die Charaktere, die der männliche Copulationsapparat aufweist, durchaus keinen besondern und größern Wert für die Bestimmung der Art besitzt als irgend andere sonst dazu benutzte Organe. Wir werden im Verlauf unserer Arbeit diese Ansicht durchaus bestätigt finden. In vielen Fällen bieten die Copulationsanhänge ein ausgezeichnetes Mittel zur Artunterscheidung, in andern Fällen müssen andere Organe dazu verwendet werden, oder es versagen überhaupt alle verwendbaren Unterscheidungsmerkmale, man wird sich fragen müssen, ob die in Betracht kommenden Arten nicht nur eine einzige bilden, etwa nur Rassen oder Varietäten sind. Damit ist man dann an die übliche Schwierigkeit der Artbestimmung gelangt, die an gewissen Punkten, das wissen alle Spezialforscher, mehr oder weniger dem Gutdünken und der Erfahrung des Beobachters überlassen bleibt. Darüber hat auch die Verwendung der Copulationsanhänge als Artkriterium nicht hinweggeholfen. Wie alle andern Organe zeigen auch sie eine bisweilen sehr weit gehende Variabilität. Darauf zuerst ausdrücklich hingewiesen zu haben, ist das Verdienst von Pérez.

Alle diese theoretischen Erwägungen wurden nun in jüngster

Zeit dadurch in neue Bahnen gelenkt, daß man auf die bisweilen vorkommenden, auffallenden Verschiedenheiten der Copulationsorgane besonders naher Arten hinwies, dies mit der Frage nach der Artentstehung in Verbindung brachte und nun, wie leicht verständlich, auf Isolationstheorien verfiel. Nicht mehr die Reinerhaltung, sondern die Entstehung der Arten galt es zu erklären. Zwei Forscher, K. Jordan einerseits, W. Petersen andrerseits, meinten etwas ganz Neues zu bringen, ohne zu wissen, daß sie eigentlich nichts als längst bestrittene Ansichten, teils die von Moritz Wagner, teils die von G. J. Romanes wieder aufnahmen, was übrigens der eine dem andern später auch vorhielt (K. Jordan, 1903, p. 661—663; W. Petersen, 1904, in: Mém. Acad. St. Pétersbourg, p. 15). Ich werde in Kürze die Hauptzüge der Ansichten dieser beiden neuern Autoren anführen, vor allem auch die von Dahl auseinandersetzen. Jordan's Untersuchungen sind wie die von Petersen an Schmetterlingen ausgeführt. Auf Grund dieser Untersuchungen gelangte Jordan zu dem Begriff seiner „mechanical selection".

Er fand, 1. daß die Copulationsanhänge in beiden Geschlechtern individuell variieren.

2. daß die in Farbe, Flügelschnitt usw. verschiedenen Formen individuell oder zeitlich di- oder polymorpher Arten in den Copulationsorganen nicht voneinander abweichen.

3. daß mehr oder weniger konstante Unterschiede in den Geschlechtsorganen sich innerhalb einer Art nur dann vergesellschaftet finden mit andern morphologischen Unterschieden, wenn die betreffenden Individuengruppen geographisch getrennt sind.

4. daß die geographischen Unterschiede in den Copulationsorganen gering oder groß, konstant oder nicht konstant sind und die geographisch getrennten, konstanten Extreme häufig durch Übergänge in den dazwischen liegenden Gegenden verbunden sind.

Daraus zog Jordan den Schluß, daß die Unterschiede in den Copulationsorganen der nicht räumlich getrennten Species auch ihren Anfang in geographischer Variation genommen haben. Die geographische Variation sei die Grundlage der Speciesbildung, da sie die allmählich konstant werdende Varietät vor dem Verschmelzen mit Stammform und Schwestervarietäten bewahrt. Dieser Schluß ist, so scheint mir wenigstens, nichts weiter als eine Wiederaufnahme von Moritz Wagner's, Gulick's u. a. Ansichten, deren Unhaltbarkeit Weismann

vor langen Jahren bereits gezeigt hat. Er wies darauf hin, wie an ein und demselben Ort eine Art sich in ein oder mehrere Formen umgewandelt hat, und führte diesen Nachweis namentlich an dem Beispiel von *Planorbis multiformis* durch, jener von Hilgendorf in 19 Varietäten aus Ablagerungen des Steinheimer Sees beschriebenen Schneckenart. Die verschiedenen Varietäten mit ihren Zwischenformen gehörten verschiedenen, ganz regelmäßig übereinander gelagerten Schichten an und haben sich durch Transmutation im Zeitraum einer geologischen Periode in ein und demselben Süßwassersee auseinander entwickelt, wie auch Alph. Hyatt später bestätigte, und zwar so, daß die Varietät einer Schicht zum Teil bereits in der vorhergehenden Zone aufzutreten beginnt, gemeinsam mit der für jene Zone typischen und mit dieser durch Übergänge verbunden ist. Wenn aber die geographische Isolierung, wie daraus hervorgeht, durchaus nicht die Grundlage der Speciesbildung ist, so begünstigt diese doch, wie ebenfalls Weismann zeigte, die Bildung neuer Arten, indem sie die Kreuzung mit den Artgenossen des Stammgebietes verhindert, sogenannte Amixie stattfindet. Geographische Isolierung allein führt also an und für sich nicht zur Bildung neuer Formen, sie kann nur die Erhaltung und Weiterentwicklung bereits bestehender Variationen begünstigen. Allerdings kann wohl, wie Weismann in seinen „Vorträgen über Deszendenztheorie“ ausführt, eine Tierart beim Einwandern auf bisher unbewohnte, isolierte Gebiete in eine Periode der Variabilität gedrängt werden, und es werden dann durch Selektionsvorgänge und Anpassung leichter sich neue Arten bilden können. Nie aber darf wohl Isolierung geradezu „an Stelle der Selektionsvorgänge“ bei der Artentstehung gesetzt werden. Das ändert übrigens an dem Wert der früher von Moritz Wagner, Dixon, Gulick, jetzt von Jordan beigebrachten Tatsachen nichts. Diese gehören mit zu dem besten Material, das wir über die Verbreitung der Arten besitzen; nur die aus jenen Tatsachen gezogenen zuweit gehenden Schlüsse sind unhaltbar.

Übrigens war die Entstehung neuer Arten durch geographische Trennung auch von Romanes ausgesprochen worden, der aber den Hauptteil an der Entstehung der Arten seiner „physiological selection“ zukommen ließ. Er stellte sich vor, daß Individuengruppen einer Art zuerst physiologisch isoliert, d. h. sexuell entfremdet würden, sodaß nicht mehr alle Individuen sich untereinander paarten, und daß erst nachträglich in diesen wechselsterilen Gruppen dann morphologische Unterscheidungsmerkmale auftreten sollten. Diese nur theo-

retischen Ansichten von ROMANES hat nun in jüngster Zeit PETERSEN in seiner „Artbildung durch physiologische Isolierung“ wieder aufgenommen und zwar auf Grund von morphologischen Untersuchungen. Er fand bei einer Reihe von Schmetterlingsgattungen, daß die Geschlechtsapparate bei nahe verwandten Arten durchweg verschieden waren, von den Keimdrüsen und den ausführenden Gängen bis zum Copulationsapparat und den Glandulae sebaceae und odoriferae. Was zunächst den Copulationsapparat selbst anbetrifft, so ist PETERSEN der Ansicht, daß nur in verhältnismäßig geringen Fällen, ich möchte fast sagen, nur zufällig, die Verschiedenheit dieses Apparats ein Hindernis für die Kreuzung darstellt. Es ist das eine Bekräftigung der Überzeugung, die ich bei meinen eignen Untersuchungen erlangt habe. Dagegen stellt sich PETERSEN nun vor, daß diese Variationen des ganzen Geschlechtsapparats die Grundlage der Artspaltung darstellen, indem korrelativ mit ihnen die sekundären Geschlechtscharaktere, die Duftorgane z. B. abändern, der Artgeruch modifiziert wird und so durch physiologische Kreuzungsverhinderung den morphologischen Variationen die Möglichkeit geboten wird, sich nachträglich nach den peripheren Teilen auszubreiten. Denn PETERSEN denkt sich, daß die Neubildungen von den Geschlechtsorganen ausgehen, also in der Reihenfolge: Keimdrüsen, Ausführungsgänge, Copulationsapparat, sekundäre Geschlechtscharaktere und endlich erst die andern Körperteile. Wie das vor sich gehen soll, kann ich mir allerdings nicht vorstellen. Soll an demselben erwachsenen Individuum der Sexualapparat als der zunächst gelegene Teil von den Keimzellen am meisten beeinflußt werden? Doch kaum, denn die Keimzellen sind doch für die nächste Generation bestimmt. Oder beziehen sich diese Veränderungen auf den Sexualapparat der erst daraus hervorgehenden Organismen? Dann aber ist es doch gleichgültig, ob solche Modifikationen des Determinantensystems die Anlagen von Organen betreffen, die nahe oder weit von der Stätte der Keimdrüsen entfernt liegen. Ich werde im Laufe dieser Arbeit den Schlüssen und Theorien PETERSEN's Tatsachen gegenüberstellen, die sich nicht damit vereinigen lassen, und vor allem darauf hinweisen, daß eine sogenannte Entlastung der „natural selection“, wie sie PETERSEN für die Erklärung der Züchtung indifferenter Merkmale erstrebt, in der Germinalselektion bereits gegeben ist.

Im Anschluß an PETERSEN hat noch GUIDO SCHNEIDER eine kleine Notiz über Artentstehung bei Cestoden veröffentlicht. Er nimmt an, „daß nur dann eine neue Art entstehe, wenn durch Auf-

treten einer zufälligen, erblichen Variante (etwa durch Mutation) im Bereiche der Generationsorgane, gleichviel wann, eine Schranke gegen die Stammart errichtet wird". Die morphologische Variation im Verein mit der unvollständigen biologischen Isolation durch Parasitismus seien allein nicht imstande Arten zu bilden, wenn nicht physiologische, d. h. sexuelle, Isolation dazu kommt. Gestützt ist diese Ansicht auf die Beobachtung, daß sonst nahe miteinander verwandte Cestoden-Arten teils lange, teils kurze Cirrusscheiden haben können. Ob das zu einer sexuellen Isolierung tatsächlich hinreicht, wird nicht erörtert.

Schließlich hat ganz kürzlich noch Dahl eine Arbeit über physiologische Zuchtwahl veröffentlicht, in welcher dieser treffliche Beobachter zunächst feststellt, daß es unter den einheimischen Spinnen nicht 2 Arten gibt, welche genau dieselbe Stellung im Haushalt der Natur einnehmen. Er zeigt dann die Verschiedenheit der weiblichen Copulationsorgane zweier sehr nahe verwandter Spinnen, *Lycosa pullata* und *Lycosa riparia*, von denen die erste immer auf trocknerm, die zweite auf nassem, etwas sumpfigem Gelände vorkommt. Dahl glaubt, daß eine Kreuzung der beiden Arten mechanisch unmöglich ist, zumal trotz Übereinandergreifens der beiden Artgebiete niemals Bastarde beobachtet wurden. Diese Tatsachen versucht nun der Verfasser mit den verschiedenen Descendenztheorien zu erklären mit Neolamarckismus, Nägeli'scher Theorie, Mutationstheorie und schließlich Darwinismus. Dieser allein mit seiner Erweiterung der „physiologischen Zuchtwahl" ist, nach Dahl, imstande jene Tatsachen in befriedigender Weise zu erklären. Biologische sowohl als auch morphologische Variationen hat es bei einer gedachten, gemeinsamen Urform jener beiden Spinnen zunächst nach allen Seiten hin gegeben. Unter all diesen Variationen gab es nun, nach Dahl, sehr viele Individuen, die auf dem trocknen und nassen Gelände gleichgut fortkamen, andere, die etwas besser für nasses Gelände, und noch andere, die etwas besser für trockenes Gelände geeignet waren. In bezug auf die Copulationsorgane gab es viele Individuen, deren Copulationsorgane der Form nach zu denen der meisten andern Individuen gleichgut paßten, andere, deren Copulationsorgane etwas besser zu denen bestimmter anderer Individuen paßten, z. B. zu den Individuen, die besser für nasses oder trocknes Gelände geeignet waren. Unter den denkbaren Kombinationen mußten dann, nach Dahl, jedenfalls diejenigen Individuen im Vorteil sein, die einerseits besser für ein bestimmtes Gelände geeignet waren und deren Copulationsorgane

ebenfalls besser zu denen der für das gleiche Gelände geeigneten Individuen paßten. Sie wurden, nach Dahl, in dem betreffenden Gelände immer zahlreicher und verdrängten im Kampf ums Dasein die andern weniger gut angepaßten Formen. Es scheint mir das ein allerdings denkbarer, aber sehr komplizierter Erklärungsmodus. Doch ich wende mich nun zu meinen eignen Untersuchungen, und wir werden nachher sehen, ob nicht eine einfachere Erklärung existiert, die den Vorzug verdient.

Zu besserer Orientierung dürfte eine präzise Fragestellung von Wert sein. Es sollen hier hauptsächlich folgende Fragen erörtert werden:

1. Wie sind im allgemeinen die Copulationsorgane der einzelnen solitären Apiden-Gattungen gebaut?

2. Wie verhalten sich die möglichst vieler Arten einer Gattung?

3. Wie sind die Verhältnisse bei den Individuen derselben Art?

4. Wie verhalten sich in bezug auf die Copulationsorgane nah verwandte Arten zueinander, wie eventuelle Varietäten zu der Stammart?

5. Wie verhalten sich in derselben Beziehung Schmarotzerbienen zu ihren Wirten?

6. Welche Anhaltspunkte bietet die Biologie der Apiden für die aus den morphologischen Befunden zu ziehenden Schlüsse?

Indem wir uns diese Fragen am Schluß der Arbeit wieder vor Augen führen, werden wir sehen, wie weit ich mit ihrer Lösung gekommen bin und was davon noch weiterhin offen bleibt.

Material und Methode.

Die Beschaffung des Materials ist nicht eben leicht, und man hat keineswegs all das zur Verfügung, was man gern untersuchen möchte und was zweckdienlich wäre. Wie bereits erwähnt, bezog ich das meinige, in Alkohol konserviert, von Herrn Dr. Friese in Schwerin, der es teils in Mecklenburg und Thüringen, teils in Tirol gesammelt. Dadurch war ich sicher, möglichst viele und gutbestimmte Arten zu bekommen.

Die Copulationsorgane isolierte ich durch Abpräparieren der Bauchringe mit 2 Nadeln unter der Leitz'schen Präparierlupe. Ohne sie wäre ich kaum zum Ziele gekommen. Je nach der Frische des betr. Tieres konnte ich das Copulationsorgan mit oder ohne Vasa deferentia herauspräparieren. Ich brachte den chitinigen Copulationsapparat dann durch absoluten Alkohol in Cedernholzöl,

wodurch das zum Teil ganz schwarzbraune Chitin vorzüglich aufgehellt wurde. Nach gründlicher Orientierung und Untersuchung der einzelnen Organe unter dem einfachen und dem binokularen Mikroskop, legte ich dann mit Hilfe des Zeichenapparats und, zwecks leichtern Vergleiches, immer mit derselben Vergrößerung die Umrisse fest, die nachher mit Bleistift und Wischer näher ausgeführt wurden. Dabei verfertigte ich, soweit es nötig und möglich war, sowohl seitliche als auch ventrale und dorsale Ansichten des betr. Apparats. Im allgemeinen war es sehr schwer, die Copulationsorgane unter dem Mikroskop in seitlicher Lage zu erhalten; ich wandte zu diesem Zweck ganz dickflüssiges Immersionsöl an, aber auch das nicht immer mit Erfolg. In einzelnen Fällen werde ich noch besonders darauf aufmerksam machen müssen.

Eigne Untersuchungen.

Untersucht wurden die Gattungen:

Osmia	in	8	Arten
Halictus	in	7	„
Andrena	in	14	„
Anthophora	in	4	„
Nomada	in	5	„
Megachile	in	2	„
Trachusa	in	1	Art
Xylocopa	in	1	„
Ceratina	in	1	„
Coelioxys	in	1	„
Prosopis	in	1	„
Melecta	in	1	„
Anthidium	in	1	„
Colletes	in	1	„
Eriades	in	1	„
Eucera	in	1	„

Gattung *Osmia* Latr. Mauerbiene.

Im Mittelpunkte der bauchsammelnden solitären Apiden (Gastrolegidae) steht als artenreichste die Gattung *Osmia*, die 1891 Friese jedem Zoologen empfahl, der gute, scharf umgrenzte Arten aus der Klasse der Insecten kennen lernen will. Auch die Form der Copulationsapparate bietet, bei den untersuchten Arten, dafür eine relative Bestätigung, besonders im Vergleiche zu andern Gattungen, wie

Nomada und *Andrena* z. B. Mit dem von *Eriades, Trachusa, Megachile*, die *Osmia* auch sonst am nächsten stehen, teilt der Copulationsapparat der letztern Gattung die flache, längliche Form und die größte Beweglichkeit seiner Zangen oder Valvae externae, im Gegensatz zu der mehr gedrungenen, gekrümmten Gestalt bei andern Gattungen, z. B. *Andrena, Halictus* u. a. Man vergleiche die schematischen Querschnitte (Textfig. A), aus denen hervorgeht, daß bei

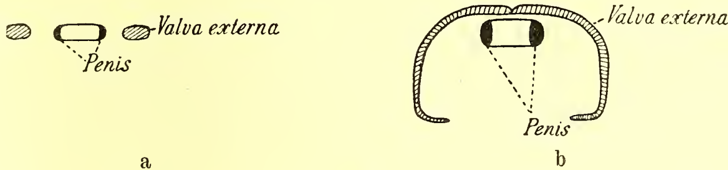


Fig. A.

Copulationsapparate des *Osmia*- und *Andrena*-Typus im schematischen Querschnitt.

Osmia (a) die Valvae externae nur links und rechts vom Penis liegen, während sie bei *Andrena* (b) diesen dorsal übergreifen und dort in einer Furche zusammenschließen. — Der Cardo ist in allen Arten ein kleiner, dorsal gewölbter Buckel, der die ventrale Seite des Apparats nur als ganz schmale Leiste umgreift. Daran schließt sich, ohne gemeinsamen Stammteil, das nach vorn spitz zulaufende Zangenpaar der Valvae externae mit an der Ventralseite ansitzenden typischen Valvae internae, kleinen ohrlappenförmigen Gebilden. Zwischen den beiden Zangen liegt der eigentliche Penis als weiches Chitinrohr mit festern, stabförmigen Seitenrändern, welche die Bezeichnung Dufour's als „baguettes du fourreau“ vollkommen rechtfertigen. Das ganze Organ erhält durch eine leichte ventrale Konkavität Löffelgestalt, deren tiefste Stelle am Grunde des Penis sich befindet, dort wo dieser an den Cardo angrenzt. Die ändernde Form der Zangen oder Valvae externae ist es, die dem ganzen Apparat in jeder Art sein besonderes Aussehen verleiht.

Ventral unter dem ganzen Apparat ist ein rautenförmiges Chitinplättchen am Cardo befestigt (vgl. Fig. 5). Es ist dies ohne allen Zweifel das „hypotome“ Dufour's, und zwar dazu da, in der Ruhelage die weichen, membranösen Teile des Penis zu decken (Fig. 6). Erst beim Herausstoßen des Copulationsorgans bleibt es zurück und nimmt dann die Stellung ein, die Fig. 7 zeigt. Es ist jedenfalls kein besonderer Teil des Copulationsapparats, wie Dufour meinte, sondern nur ein umgebildetes Bauchsegment. Daß Dufour es nicht überall hat

nachweisen können, ist deshalb leicht verständlich, weil es sehr dünn und durchsichtig ist. Ich fand es bei allen untersuchten Gattungen und zwar immer in der Form und Größe, die nötig ist, um die weichen Penisteile zu bedecken. Bei *Coelioxys* allein wird es, wie mir scheint, bei der Copulation mit ausgestoßen, und dort habe ich es besonders abgebildet.

Osmia rufa Smith.
(Fig. 8 u. 9.)

In Europa die bei weitem häufigste aller Osmien-Arten, weist in der Form ihres Copulationsorgans Zangen mit leicht ellenbogenartig nach innen gerichteten Enden und schwachem Haarbesatz an der Stelle der Biegung auf (Fig. 8). Daneben finden sich aber auch Formen, deren Zangen kräftiger sind und in mehr schnabelartige Enden auslaufen, mit einem deutlichen Haarbüschel besetzt (Fig. 9). Auch die Chitinstäbe des Penis sind stärker entwickelt und greifen an ihren Spitzen, der Mündungsstelle des Ductus ejaculatorius, leicht übereinander. Zwischen diesen beiden Formen gibt es nun bei *Osmia rufa* alle Übergänge, und es sind die Verschiedenheiten zwischen den beiden Extremen (Fig. 8 u. 9) kaum größer als die zwischen dem einen von diesen (Fig. 9) und dem der folgenden Art.

Osmia cornuta Latr.
(Fig. 10, 11, 12.)

Sie steht der vorigen im System sehr nahe. Wenn auch nicht so häufig als *O. rufa*, so ist sie doch wie jene über fast ganz Europa verbreitet. Beide fliegen im Frühling an Weidenkätzchen. Die vorn schwarze, hinten rotgelbe, starke Behaarung läßt das Tierchen sofort auffallen. Der Copulationsapparat ist nicht größer als der in Fig. 9 von *O. rufa* abgebildete, seine Zangen aber sind stärker ausgebildet und vorn keulenartig verdickt, während das Ende mit stumpfem Schnabelfortsatz nach innen gerichtet ist. Diese Form ist eigentlich nur eine stärkere Ausbildung von Fig. 9 bei *Osmia rufa*. Auch hier kommen schwache Variationen im Copulationsapparat vor, namentlich in Größe und Breite. Um zu zeigen, was ich hier und im Folgenden unter schwachen Variationen verstehe, gebe ich eine solche in Fig. 11.

Osmia fuciformis Latr.
(Fig. 13.)

Nicht allzuweit von den beiden vorhergehenden Arten entfernt (mit denen zusammen sie demselben Subgenus angehört). Sie fliegt in Nord- und Mitteleuropa im Mai an sonnigen Bergabhängen, nach Schmiedeknecht an Lotus corniculatus. Der Copulationsapparat ist von den untersuchten Osmien-Arten der am stärksten entwickelte. Das Chitin zeigt ganz dunkelbraune Farbe. Die Zangen oder Valvae externae haben ein vogelkopfartiges distales Ende mit starkem Haarschopf und langem schnabelförmigem Fortsatz. An der Verjüngungsstelle ist ebenfalls ein kleiner Haarbesatz. Während aber bei den vorigen und fast allen folgenden Arten die Zangenenden auf gleicher Höhe mit der Penisspitze sich befinden, sind die Zangen hier größer und übergreifen den Penis um die ganze Länge des Schnabelfortsatzes. Es will mir scheinen, als ob eine solche Form auch ein Zeichen dafür sei, daß diese Gebilde des männlichen Apparats nicht in entsprechende Teile des weiblichen eingreifen können.

Osmia fulviventris Panz.
(Fig. 14.)

Diese ziemlich variable Art ist im männlichen Geschlecht oft schwer von einer Reihe von andern Arten zu unterscheiden, z. B. auch von der folgenden. Sie fliegt im Mai nach Ducke an Hieracium und Disteln. Ihr Copulationsapparat erinnert am meisten an den von *Osmia rufa,* ist aber kleiner als dieser und stärker behaart. Die chitinigen Teile des Penis, die „baguettes du fourreau“, sind an ihrem Ende stumpfer als bei *O. rufa.* Überhaupt sind die Zangen nicht so schlank, sondern mehr Obeinartig gekrümmt.

Osmia caerulescens Latr.
(Fig. 15.)

Der vorigen Art nahe verwandt, fliegt auch im Mai, erscheint aber etwas früher als *O. fulviventris* und besucht mit Vorliebe Ajuga, nach Ducke auch Lamium, Lotus und Hippocrepis. Sie ist, ebenso wie die vorige, in Europa weit verbreitet und häufig. Ihr Copulationsapparat ist der zarteste und kleinste der bei den verschiedenen

Osmien untersuchten. Die Zangen sind ganz schmal, nur spärlich behaart und stehen wie kleine Krummstäbe meist seitlich vom Penis ab.

Osmia rufohirta LATR.
(Fig. 16.)

Wieder ziemlich weit von der vorigen Art entfernt stehend, fliegt die Art sehr früh, schon Ende März, hauptsächlich in Mediterrangebieten, hie und da auch in Mittel-Europa an Papillionaceen (Hippocrepis, Lotus etc.). Der Copulationsapparat hat leicht geschwungene Gestalt, und zwar sowohl die Zangen mit fein behaarten verdickten Enden als auch die Penisstäbe.

Osmia bicolor SCHRANCK.
(Fig. 17.)

Von DUCKE nicht besonders weit von *O. rufohirta* gestellt, von SCHMIEDEKNECHT dagegen in ein ganz anderes Subgenus, fliegt diese Art schon Anfang und Mitte März an Veilchen. Sie ist eine der frühesten Bienen und in ganz Mittel-Europa häufig. Ihr Copulationsapparat ist auffallend breit und kurz. Die Zangen oder Valvae externae sind nach vorn fast kaum verjüngt und enden stumpf. Sie zeigen etwas über der Mitte je eine heller erscheinende, muldenförmige Stelle und an ihren Enden einen starken, nach vorn gerichteten Haarschopf.

Osmia adunca LATR.
(Fig. 18.)

Diese Art ist wieder ziemlich weit von den vorigen entfernt. Sie fliegt Ende Mai und im Juni mit besonderer Vorliebe an Echium und ist um diese Zeit in Süd- und Mittel-Europa sehr häufig. Die schmalen Zangen ihres Copulationsapparats sind leicht nach innen gebogen und zeigen an ihren Enden je eine schwach behaarte knopfartige Verdickung. Auffallend stark behaart, wie sonst bei keiner untersuchten *Osmia*-Art, sind dagegen die dreieckigen, krummsäbelartigen Penisstäbe, die hier besonders stark ausgebildet sind.

Fassen wir die an der Gattung *Osmia* gewonnenen Resultate zusammen. Wir haben es, wie längst anerkannt ist, mit im allgemeinen gut ausgeprägten Arten zu tun. Dementsprechend sind

auch in den verschiedenen Gruppen und Untergattungen die Copulationsorgane ihrer Form nach ziemlich verschieden. Innerhalb besonders nahe verwandter Arten, wie *Osmia rufa* und *cornuta*, finden wir dagegen Copulationsorgane, die kaum mehr voneinander verschieden sind als Variationen der betreffenden Organe innerhalb einer dieser Arten; Verschiedenheiten, die eigentlich nichts weiter sind als aneinanderreihbare Variationen, deren Richtung vielleicht nach einer nicht allzuweit entfernten Art verfolgt werden kann (*Osmia fuciformis*).

Gattung ***Eriades*** Spin. Löcherbiene.

Den Osmien steht nach unten in der Gruppe der Gastrolegidae am nächsten die Gattung *Eriades*. Die mäßig langen Mundteile, der ganz einfache Nestbau zeigen die vermittelnde Stellung dieses Genus zwischen Prosopis und den niedern Osmien an. Die artenarme Gattung soll, nach Friese, im allgemeinen einen auffallend übereinstimmenden Bau zeigen. Mir selbst lag nur eine Art vor.

Eriades nigricornis Nyl.
(Fig. 19.)

Die Tierchen fliegen im Mai—Juni an Campanula-Arten. Der Copulationsapparat gleicht dem flachen Typus, wie wir ihn bei *Osmia* kennen gelernt. Der Cardo ist ganz schmal, die Valvae internae sind noch weniger stark ausgebildet als bei der vorigen Gattung und erscheinen nur noch als ganz kleine Plättchen am Grunde der Zangen oder Valvae externae. Diese selbst sind rebmesserartig vorn verbreitert und zeigen über der Mitte je einen kleinen Fortsatz nach außen. Die freien Enden der Zangen sind sowohl nach außen als nach innen stark und lang behaart. Der Penis ist längst nicht so groß, sondern bleibt etwas über der Mitte zurück.

Gattung ***Megachile*** Latr. Blattschneiderbiene.

Nach oben reiht sich an *Osmia* die Gattung *Megachile* an, mit der auch *Chalicodoma* zusammengezogen wird.

Megachile (Chalicodoma) muraria.
(Fig. 20.)

Diese durch ihre eigenartige Lebensweise, namentlich ihren Nestbau bekannte Biene fliegt im Mai—Juli und besucht, nach Friese, mit Vorliebe Hippocrepis und Lotus-Arten. Ihr Copulationsapparat ist entsprechend ihrer bedeutendern Größe viel breiter und stärker als die bis jetzt besprochenen. An den breiten ringförmigen Cardo schließen sich die Valvae externae als Zangenäste mit vorn schief aufsitzendem T-Stück an. Die Valvae internae liegen medianwärts am Grunde der Zangen und sind ausnahmsweise stark behaart. Der Penis ist hier fast etwas länger als die Valvae externae. Seine seitlichen Chitinstäbe konvergieren nach vorn hin und sind an ihrem distalen Ende stumpf und wie abgefeilt.

Megachile sp.?
(Fig. 21.)

Der Copulationsapparat dieser unbekannten Species unterscheidet sich wesentlich von dem der vorhergehenden Art, die allerdings auch einem ganz andern Subgenus angehört. Auch hier fällt die verhältnismäßige Breite des Organs auf, dessen Zangen oder Valvae externae etwa in der Mitte griffartig eingezogen sind und nach vorn sich rund und halbkuglig verbreitern, mit ganz schwachem Härchenbesatz. Auch hier ist der Penis und seine krummstabartigen Chitinstäbe länger als die Valvae externae. Am Grunde letzterer sitzen, wie gewöhnlich, die kleinen, schuppenförmigen Valvae internae an.

Gattung *Trachusa* Pz. Bastardbiene.

Die Stellung dieser noch höher entwickelten, bis jetzt nur eine Art umfassenden Gattung ergibt sich aus der Friese'schen Charakterisierung: „In ihrem Aussehen", sagt Friese, „ähnelt sie wohl am meisten *Megachile,* in manchen morphologischen und anatomischen Eigentümlichkeiten scheint sie auch noch auf die Gattung *Osmia* hinzuweisen, in der Lebensweise aber neigt sie sehr zu *Anthidium* hin." Die einzige Art

Trachusa serratulae Pz.
(Fig. 22)

ist aus diesen Gründen sehr interessant. Sie erscheint Ende Juni und besucht ausschließlich Lotus corniculatus. Der Copulationsapparat zeigt ebenfalls die breite Form, die bei *Megachile* auffällt. Der Cardo ist, wie gewöhnlich, dorsal breiter als ventral. An ihm sitzen auf einem gemeinsamen Basalteil die einfachen, zierlichen Zangenäste der Valvae externae, die leicht behaart sind. Der Penis ragt ebenfalls wieder weiter hinaus als die Valvae externae und ist auffallend bauchartig verbreitert. Die Chitinisierung seiner Seitenränder reicht nicht bis zur Spitze, die infolgedessen ganz weiß und weich erscheint.

Gattung *Anthidium* Fabr. Wollbiene.

Zu oberst unter den Bauchsammlern, aber durch ihre Lebensweise und ihr Aussehen ganz isoliert unter den Bienen steht *Anthidium*. Die gelben Ringe am Hinterleib verleihen ihr wespenartiges Aussehen. Zum Bau ihrer Zellen verwendet sie abgeschabte Pflanzenwolle. Ihre Artenzahl nimmt von Norden nach Süden beträchtlich zu.

Anthidium dentatum Latr.
(Fig. 23 u. 24)

fliegt mit andern Arten der Gattung Ende Juni und im Juli. Entsprechend der so besondern Stellung der Gattung überhaupt hat auch der Copulationsapparat eigenartige Gestalt, ganz verschieden von denen aller andern untersuchten Apiden. Allerdings dürfte das zum Teil auch einen andern gleich zu besprechenden Grund haben. Einen deutlich abgegrenzten Cardo zu unterscheiden war mir unmöglich. Es müßte schon ein rings am Grunde des Apparats herumlaufender Reif als Überrest eines solchen gedeutet werden. Als Valvae externae glaube ich die krebsscherenartigen, an ihrem Grunde zierlich gedrehten Zangen ansprechen zu sollen, die nach hinten durch eine herzförmig geknickte Leiste verbunden sind. Zwischen diesen eingeschlossen, aber leicht beweglich liegt der eigentliche Penis, dessen krummsäbelartige Seitenstäbe an ihrer Spitze etwas aus der Zeichenebene herausragen. Nach hinten, d. h. in der Zeichnung nach unten, zeigen sie je einen langen, eigenartigen Fortsatz

mit knopfartig verdicktem Ende, welche Muskeln zum Ansatz dienen. Von diesen verläuft eine Gruppe transversal, verbindet also A mit B und wird beim Zusammenziehen wohl ein Auseinanderspreizen der vordern Teile zur Folge haben. Eine andere Gruppe verläuft an den Fortsätzen entlang nach vorn, wie mir scheint, übers Kreuz und dürfte dazu bestimmt sein, die Spreizbewegung wieder rückgängig zu machen. — An der Penismembran sind außerdem ventral 2 chitinige Beulen zu erkennen (vgl. Fig. 23). Es sind dies keineswegs die Valvae internae, wie es zuerst, etwa nach Analogie mit ähnlichen Gebilden bei *Halictus*, den Anschein hat. Denn sie sind ein Bestandteil der Penismembran selbst und bleiben an dieser zurück, wenn man den Penis mit den Muskelansätzen aus dem übrigen Teil, also den Valvae externae, herauszieht. Valvae internae sind aber überall an den Valvae externae befestigt. Diese Chitinverdickungen scheinen mir vielmehr dafür da zu sein, beim Auseinanderspreizen der Penisstäbe, wenn die Membran in der Mitte in starke Falten gelegt wird, erstere zu verstärken und so spangenartig ein Zusammenschließen der Falten und damit einen Verschluß des Ductus zu verhindern.

Diese ganz eigenartige Form des Copulationsapparats von *Anthidium* dürfte vielleicht ihren Grund im Copulationsvorgang selbst haben. Bei fast allen andern Apiden nämlich sind die Männchen kleiner oder nur gleichgroß wie die Weibchen. Bei der Copulation, während der das Männchen auf dem Weibchen sitzend dieses umklammert hält, ist ein ziemliches Entgegenkommen des weiblichen Abdomens nötig. Ein solches erfolgt auch, indem das Weibchen sein Abdomen etwa vom 3. Ring ab nach oben krümmt und so es dem Männchen ermöglicht, seinen Copulationsapparat in die weibliche Geschlechtsöffnung einzuführen. Bei *Anthidium* aber ist das Männchen größer als das Weibchen. Sein Abdomen übergreift also bei der Copulation das des Weibchens, sein hinteres Ende wird nach unten umgeschlagen und die Begattung so ohne aktive Beteiligung des Weibchens ausgeführt. Daß dabei in der gekrümmten Haltung des männlichen Abdomens mehr Kraft nötig ist, leuchtet, glaube ich, ein und dürfte so die besondern Muskelansätze und -ausbildungen verständlich erscheinen lassen. Wie sie aber im einzelnen wirken, läßt sich leider nicht angeben, da ja die Beobachtung des Copulationsvorganges verhältnismäßig selten ist. Ich selbst habe keinen zu Gesicht bekommen. Ich weiß nur von Herrn Dr. FRIESE, daß in allen Fällen, außer in denen, wo das Männchen kleiner ist und nicht bis

zum Kopf des Weibchens nach vorn reicht, die Fühler der beiden copulierenden Tiere gegenseitig innig umschlungen und fortwährend gestreichelt werden. Da wir in den Fühlern den Sitz der Sinnesorgane sehen, so ist diese Erregung derselben leicht verständlich. Bekanntlich erfolgt bei *Apis* die Copulation hoch in der Luft. Bei den solitären Apiden dagegen meist am Boden; so ist sie von Friese bei *Anthophora personata* in Kleefeldern, von Graf du Buysson bei zahlreichen Arten zwischen den Blumen seines Gartens oder auch auf Bäumen beobachtet worden. Jedenfalls erfolgt sie bei weitem nicht so hoch wie die von *Apis*, und es dürfte darin wohl ein Hauptgrund zu suchen sein für die so verschiedenartige Ausbildung des Copulationsapparats bei der Drohne und den männlichen solitären Apiden, die, wie wir oben gesehen, bei *Apis* wohl als ein Funktionswechsel des Ductus ejaculatorius anzusprechen ist. Während bei *Apis* eine Königin nur einmal von einem einzigen Männchen befruchtet wird, wobei zweifellos natürliche Selektion sehr stark zur Ausbildung des männlichen Apparats beigetragen und so die äußerst feste Verkettung der Copulierenden hoch in der Luft herbeigeführt hat, so fest, daß nach Beendigung das männliche Copulationsrohr abgerissen wird, ist bei den solitären Apiden der Vorgang durchaus verschieden. Die Begattung erfolgt nahe am Boden oder auf Bäumen, im allgemeinen nicht einmal im Flug, und das Männchen kann nach erfolgter 1. Copulation, wie vor allem Graf du Buysson beobachtete und festgestellt hat, noch andere Weibchen befruchten. Allerdings kann auch hier der Copulationsapparat abreißen, aber durchaus nicht notwendig, sondern nur durch einen unglücklichen Zufall.

Gattung ***Xylocopa*** Latr., Holzbiene,

ist eine mehr den Tropen angehörige Form. In Deutschland fast nur eine Art:

Xylocopa violacea L.
(Fig. 25.)

Große, hummelartige Tiere, die an Papilionaceen und Syringa fliegen. Entsprechend dem ganzen Körperbau zeigt sich auch der Copulationsapparat auffallend stark und massiv ausgebildet. Der dorsal dreieckige Cardo umgreift nur als schmale Leiste die Ventralseite des Apparats, während die innen hohlen Valvae externae wie 2 mächtige Schaufeln erscheinen, deren vorderer Innenrand leicht

gezähnt, und deren Ende spärlichen Haarbesatz trägt. Auch die Penisstäbe sind sehr stark entwickelt und ragen wie gewundene Hörner vorn weit aus der Zeichenebene heraus, mit ihren feinen langen Spitzen sich kreuzend. Der membranöse Teil des Penis mit dem eigentlichen Ductus ejaculatorius, macht, wenigstens im Ruhezustand, diese Krümmung nicht mit. Sehr deutlich setzen an seitlichen Einbuchtungen der Valvae externae starke Muskelbündel an, die das Organ ans Abdomen befestigen und in dasselbe zurückziehen sollen. Die Valvae externae selbst sind kaum mehr beweglich, wie überhaupt die fast aller jetzt folgenden Gattungen.

Gattung ***Ceratina*** Latr. Keulhornbiene.

Mit dieser Gattung nähern wir uns den Urbienen. Der schwach entwickelte Sammelapparat und der fast unbehaarte Körper lassen auf eine tiefere Stufe der Entwicklung schließen. Ihren Mundteilen und dem Nestbau nach schließt sie sich, wie Friese angibt, an *Xylocopa* an. Wie diese, erscheinen die Ceratinen im Herbst, begatten sich dann aber, ebenso wie die vorige Gattung, nicht sofort, sondern suchen Winterquartiere auf und beginnen ihr Leben eigentlich erst im nächsten Frühjahr.

Ceratina cucurbitina Rossi.
(Fig. 26.)

Der Copulationsapparat dieser Art zeigt die für die nächsten Gattungen typische Form; der Cardo ist äußerst klein geworden und ist in der seitlichen Ansicht dorsal als dachartiger Ansatz zu erkennen. Die stark ausgebildeten Valvae externae sind vollkommen unbeweglich und erscheinen als kleiner, ventral offener Brustpanzer, am vordern Ende gekrümmt und schnabelartig nach unten gerichtet. Die Penisstäbe zeigen ebenfalls die scharfe, ventral gerichtete Krümmung, wie sie für die folgenden Gattungen typisch ist.

Gattung ***Prosopis*** Fbr. Maskenbiene.

Diese als Urbiene betrachtete Gattung ist in ganz Europa verbreitet. Sie fliegt im Hochsommer ohne Auswahl an Umbelliferen, Reseden, Campanula u. a. Die ziemlich zahlreichen Arten sollen oft lokal sehr variabel sein und würden vielleicht interessantes Material für unsere Frage bieten. Leider lag mir nur eine unbekannte Art vor.

Prosopis sp.?
(Fig. 27.)

Ihr Copulationsapparat zeigt einen ziemlich gut entwickelten Cardo mit medianer Einbuchtung; daran die Valvae externae, einfache Zangenäste mit ziemlicher Behaarung und deutlich ansitzenden Valvae internae. Die leicht geschwungenen Chitinstäbe des Penis sind an ihrer Spitze scharf ventralwärts gekrümmt. Der ganze Copulationsapparat ist nicht so gedrungen wie der von *Ceratina* und andern nachher zu besprechenden niedern Bienen. Er stellt ein Mittelding dar zwischen den flachen Formen wie *Eriades* und *Osmia* und den gekrümmten, mehr starren Formen von *Ceratina* und *Andrena*.

Gattung *Colletes* Latr. Seidenbiene.

Den Urbienen nahestehend, leitet diese eigenartige Gattung gleichzeitig hinüber zu *Andrena*. Während die übrigen Arten der Gattung ausgesprochene Sommertiere sind, die besonders an Tanacetum vulgare und Achillea millefolium fliegen, bildet die einzige mir vorliegende Art

Colletes cunicularius
(Fig. 28)

eine Ausnahme, insofern sie bereits im ersten Frühling zur Salixblütezeit auftritt. Der Copulationsapparat gleicht schon auffallend dem von *Andrena*. Er ist aber aus ganz schwarzem Chitin, das nicht einmal von Cedernholzöl aufgehellt werden konnte und daher auch keine Ventralzeichnung gestattete. So wie so läßt sich aber hier und bei den folgenden Gattungen die Form besser aus seitlicher Anschauung erkennen. Es kommt dabei hauptsächlich auf die mehr oder weniger starke Krümmung an, die in seitlicher Ansicht leichter zu beurteilen ist. Das sehr stark gewölbte Organ von *Colletes cunicularius* zeigt die Valvae externae als seitliche Hohlklappen, die dorsal in einer medianen Furche zusammenstoßen. Ihr freies Ende ragt als stumpfer, behaarter Fortsatz senkrecht nach unten. Zwischen beiden und darüber hinausreichend stehen die ebenfalls senkrecht nach unten gebogenen Penisstäbe, deren Ende rund und verbreitert erscheint.

Gattung *Andrena* F. Sandbiene.

Die artenreichste aller Bienengattungen, die auch für unsere spezielle Frage großes Interesse bietet. Friese sagt von ihr: „Die große geographische Verbreitung der einzelnen Arten und die dadurch bedingte Abänderung in bestimmten Grenzen lassen dieses Genus als ein schlagendes und leicht zu verfolgendes Beispiel der Veränderlichkeit der Art erscheinen.“ Die Andrenen fliegen in 2 Generationen, der Frühlings- und der Sommerform, die bei hinreichendem Material zu untersuchen von ganz besonderer Wichtigkeit wäre. Leider hatte ich so großes Material aber nicht zu meiner Verfügung. Trotzdem bieten auch die von mir untersuchten 14 Arten viel Interessantes.

Andrena carbonaria Fabr. (*pilipes* Fabr.).
(Fig. 29.)

Diese Art mit ihren rauchschwarzen Flügeln ist in ganz Europa verbreitet und in ihrer Erscheinungszeit sehr unregelmäßig. Der Copulationsapparat zeigt die typische, gestreckte Form, wie sie uns noch öfter in diesem Genus begegnen wird. Der Cardo ist sehr schön sattelförmig ausgebildet; an ihn schließen sich die Valvae externae an, die dorsal in einer medianen Sutur zusammenschließen und einen dornartigen Fortsatz zeigen, während ventral je ein viel längerer, schräg nach unten gerichteter Ast verläuft. In der Bucht zwischen den beiden Fortsätzen erscheint der stark gewölbte, senkrecht nach unten gekrümmte Penis, der aber nicht über den ventralen Fortsatz der Valvae externae hinausragt.

Andrena cineraria Lin.
(Fig. 30.)

Der vorigen Art ziemlich nahe stehend, ist diese eine ausgesprochene Frühlingsform, die mit Vorliebe an Weidenkätzchen fliegt. Sie ist in ganz Europa, besonders in den nördlichern Gegenden verbreitet. Der Copulationsapparat unterscheidet sich von dem der vorhergehenden durch etwas längern Cardo, rundere Dorsalfläche, weniger stark ausgebildeten dorsalen Dornfortsatz und den an ihren Enden wieder aufgebogenen Penisstäben, die hier ventral über den Rand der Valvae externae herausragen. — Ich muß hier hervorheben, daß diese Unterschiede in den Zeichnungen meist stärker

hervortreten als am Objekt selbst, da durch die Schwierigkeit der Orientierung sehr oft der Cardo z. B. das eine Mal dem Objektiv näher lag als das andere, wodurch natürlich die ganze Perspektive leicht geändert erscheint. Wie gesagt, ließen sich die Objekte trotz langwieriger Orientierung nicht immer ganz in die gleiche Lage bringen.

Andrena nitida Fourc.
(Fig. 31)

ist eine in Deutschland häufige Frühlingsart, die an Weiden und Taraxacinen fliegt. Ihr Copulationsapparat gleicht sehr dem der vorigen Art und ist zum Teil von dem jener schwer zu unterscheiden. Er ist im allgemeinen mehr in die Länge gezogen und flacher und seine Penisstäbe an ihrer Spitze noch mehr hakenförmig verbogen.

Andrena albicans Müll.
(Fig. 32.)

In ganz Europa verbreitet, ist eine der frühesten, schon Mitte März an der Saalweide fliegende Biene. Ihr Copulationsapparat unterscheidet sich merklich von dem der vorhergehenden. Der Cardo ist nicht einfach sattelförmig, sondern leicht eingebuchtet; der dorsale Darmfortsatz der Valvae externae wieder scharf schnabelartig zugespitzt und der ventrale Fortsatz zweimal deutlich gezackt. Die Penisstäbe sind nicht so breit, sondern sondenförmig und spitz zulaufend. Auch ist der ventrale Fortsatz der Valvae externae durch eine deutliche Einbuchtung von dem mantelartigen Teile abgesetzt.

Andrena tibialis K.
(Fig. 33 u. 34.)

Diese Art steht der vorigen ziemlich nahe, wenn auch, nach Schmiedeknecht, als erste einer andern Gruppe zugehörig. Sie ist in Deutschland häufig und fliegt mit der vorigen zusammen im ersten Frühjahr an Salix. Der Copulationsapparat ist stärker entwickelt als bei der vorigen Art und zeigt einen scharfen dorsalen Dornfortsatz der Valvae externae, aber ein abgerundetes, eingebogenes Ende des ventralen Teiles. Die Penisstäbe sind ebenfalls in rechtwinkliger Krümmung nach unten gerichtet und zeigen an ihrem

Ende eine feine, unvermittelt angesetzte Spitze. Das ganze Gebilde ist leichter aus der seitlichen Ansicht zu verstehen. Um aber eine Vorstellung des ganzen Gebildes zu geben, habe ich es auch von der ventralen Seite zu zeichnen versucht. Hier sieht man vor allem die deutlich ausgebildeten und bei allen Formen gleichen Valvae internae ventral als kleine Platten den Valvae externae etwa in der Mitte ansitzen. Diese selbst sind starre halbkuglige oder schalenförmige Gebilde, deren ventrale, abgerundete Äste an ihren freien Enden gegeneinander geneigt und leicht behaart sind. Der vordere Teil dieser Fortsätze besteht aus weicherm, hellerm Chitin. In der ventralen Ansicht kommt die Krümmung der Penisstäbe nicht genug zum Ausdruck. Diese sind mit ihren Spitzen auf den Beschauer zu gerichtet, wie aus einer Kombination mit der seitlichen Ansicht leicht hervorgeht.

Andrena nigro-aenea Kirby.
(Fig. 35.)

Die Männchen dieser Art gleichen sehr denen der vorigen, von der sie auch im System gar nicht weit entfernt stehen. Es bestehen aber morphologische Unterschiede sowohl im Copulationsapparat als auch in andern Teilen und vor allem in der Flugzeit, da *nigro-aenea* später, erst im Mai, fliegt, *tibialis* dagegen schon ganz früh im März. Der Copulationsapparat unterscheidet sich, wie gesagt, merklich, indem der dorsale Dornfortsatz der Valvae externae mehr stumpf ist, der ventrale Ast viel schmäler und demnach länger erscheint. Die Äste greifen von beiden Seiten ziemlich weit übereinander. Die Penisstäbe sind wieder geschwungen, nicht so scharf rechtwinklig gerichtet, und an ihrem Ende, wie bei *cineraria* und *nitida*, leicht aufgebogen.

Andrena trimmerana Kirby.
(Fig. 36.)

In ganz Mittel-Europa nicht allzuselten, fliegt Mitte April mit Vorliebe an Stachelbeerbüschen. Ihr Copulationsapparat ist nicht so sehr gewölbt, der dorsale Dornfortsatz nicht sehr scharf, der ventrale Ast dagegen ziemlich lang gestreckt. Die einfachen Penisstäbe, den Ductus ejaculatorius umschließend, sind ziemlich rechtwinklig nach unten gebogen.

Andrena apicata Smith.
(Fig. 37.)

Die einzige deutsche Verwandte der vorigen Art und oft mit dieser verwechselt. Es bestehen aber trotzdem morphologische Unterschiede und zwar nicht nur im Copulationsapparate. Die Art ist sehr selten und fliegt schon im März meist an Weidenkätzchen, einige Wochen früher als *trimmerana*, die zudem andere Blüten besucht. Ihr Copulationsapparat zeigt keinen schärfern dorsalen Dornfortsatz, und die beiden blattartigen, ventralen Äste der Valvae externae sind stark übereinander gekreuzt. Die Penisstäbe sind in flacherer Krümmung nach vorn gewölbt.

Andrena gwynana Kirby.
(Fig. 39.)

Diese Art ist wieder viel häufiger, fliegt in ihrer ersten Generation bereits Ende März, nach Schmiedeknecht an allerlei Frühlingsblumen. Ihre Sommerform, *aestiva*, ist seltner und fliegt u. a. an Campanulablüten. Mir lag leider nur die Frühlingsform vor. Ihr Copulationsapparat ist viel kleiner als der aller vorigen Arten. Der dorsale Dornfortsatz ist nicht besonders auffallend, die ventralen Äste kreuzen sich mit ihren geweihblattartigen Enden. Die Penisstäbe sind ziemlich plump und senkrecht nach unten gewölbt.

Andrena praecox Scopoli.
(Fig. 39.)

Die Männchen dieser Art sind mit noch andern, nach Schmiedeknecht, auffallend durch unförmlich großen Kopf mit gewaltigen Mandibeln. Wie ihr Name sagt, fliegt sie sehr früh im Jahr, bisweilen schon Anfang März und zwar die Weibchen gern an Weidenkätzchen, namentlich Salix purpurea. Sie steht im System ziemlich entfernt von der vorigen Art. Ihr Copulationsapparat ist flacher als der von *gwynana*. Der dorsale Dornfortsatz ist sehr scharf und die ventralen Äste der Valvae externae ebenfalls gekreuzt. Dazwischen ragen die Penisstäbe hervor, etwa ebenso gekrümmt wie bei *gwynana*, nur mit einer schärfern dorsalen Biegung.

Andrena parvula Kirby.
(Fig. 40.)

Diese in ganz Europa, ebenfalls im ersten Frühjahr, sehr häufige Art, fliegt, nach Schmiedeknecht, mit Vorliebe an Taraxacum, auch an Potentilla verna u. a. Ihrem kleinen Habitus entsprechend ist auch der Copulationsapparat nicht eben groß, etwa so wie der von *gwynana*, aber etwas flacher. Die ventralen Äste der Valvae externae sind einfach und nicht so übereinander gekreuzt wie bei *gwynana*. Die Penisstäbe zeigen etwa dieselbe Krümmung, sind schmäler und spitzer und ragen nicht über den untern Rand der Valvaäste hervor.

Andrena marginata Fabr. (*cetii* Schrank).
(Fig. 41.)

In ganz Mittel-Europa an einigen Stellen selten, an andern häufig, fliegt diese Art, nach Schmiedeknecht, im Spätsommer, Ende Juli, fast ausschließlich an Scabiosa columbaria, die auch ihr Schmarotzer *Nomada brevicornis* besucht. Der Copulationsapparat zeigt keinen merklichen Dornfortsatz am Dorsalrand der Valvae externae. Auffallend ist die scharfe, knieförmige Biegung der senkrecht nach unten gerichteten Penisstäbe.

Andrena dubitata Schenck.
(Fig. 42.)

Im System weit von der vorigen entfernt. Sie hat 2 Generationen, von denen die eine, nach Schmiedeknecht, im April an Salix aurita, die zweite im August an den Dolden von Heracleum fliegt. Ihr Copulationsapparat zeigt einen kleinen dorsalen Dornfortsatz, geweihblattartige, sich kreuzende Ventraläste der Valvae externae und in weitem Bogen über deren untern Rand hinausragende Penisstäbe, deren Wölbung dorsal nicht wie sonst bis zum Dornfortsatz hinaufreicht.

Biareolina (*Andrena*) *neglecta* Duf.
(Fig. 43.)

Diese einzige Art einer wohl nur als Subgenus von *Andrena* anzusehenden Gattung zeigt in ihrem ziemlich gestreckten Copu-

lationsapparat, vielleicht unter den untersuchten Arten, die meiste Ähnlichkeit mit dem von *Andrena apicata* oder *carbonaria*, einen scharf vorspringenden dorsalen Dornfortsatz und starke, sich gegenseitig kreuzende, blattartige Valvaäste, zwischen denen fingerförmig und ziemlich gewölbt die Penisstäbe hervorragen.

Ziehen wir aus diesen Befunden an *Andrena* einen Schluß, so könnte es zunächst nur wieder der sein, daß nahe verwandte Arten sich nicht mehr unterscheiden als weit entfernt stehende, daß vielmehr sie sich in ihren Copulationsorganen meist recht ähnlich sind. Wir sehen ferner, daß alle möglichen Variationen in Krümmung und Größe vorkommen, wie übrigens, allerdings schwächer, auch in den einzelnen Arten, so z. B. bei *cineraria*, *nigro-aenea* u. a., daß aber diese Variationen keineswegs die Grundform betreffen, wie es etwa für eine mechanische Kreuzungsunmöglichkeit nötig wäre. — Nehmen wir nun z. B. nahe verwandte Arten wie *tibialis* und *nigro-aenea*, so zeigen diese ziemlich große Unterschiede in den Copulationsorganen, sind aber gleichzeitig auch in ihrer Flugzeit und im Besuch ihrer Lieblingsblumen durchaus verschieden voneinander, eine mechanische Isolierung also unnötig, eine physiologische dann aber nicht zulässig, wenn wir z. B. zwei andere ebenso nahe verwandte Arten betrachten, wie *nitida* und *cineraria*, deren Copulationsapparate fast nicht verschieden sind und die um dieselbe Zeit an denselben Blüten fliegen, wobei die eine daneben auch Taraxacum besucht. Wäre es da nicht eher denkbar, daß von *cineraria* sich durch natürliche Variation eine Form abgezweigt hat, die sich dadurch neben der Stammform erhalten hat, daß sie sich neben den Weideblüten auch an Taraxacum angepaßt hat. Vielleicht wird sie selbst oder Varietäten von ihr sich immer mehr darauf spezialisieren, wobei ihr ganzer Bau, auch der der Copulationsorgane, sich dann ebenfalls mehr ändern wird, ein Fall, den wir uns z. B. an *tibialis* und *nigro-aenea* verwirklicht denken können, wo die eine, *tibialis*, im März an Salix, die andere, *nigro-aenea*, erst einige Wochen darauf an andern Blüten fliegt. Ebenso bei *trimmerana* und *apicata*, die, trotzdem sie ganz nahe verwandt sind, keine wesentlichen Unterschiede im Copulationsapparat zeigen. Da sie aber an ganz verschiedenen Blüten und zu verschiedenen Zeiten fliegen, könnte man einwerfen, daß hier zeitliche und Flugortisolierung wirksam seien und eine Verschiedenheit der Copulationsorgane unnötig macht. *Tibialis* und *nigro-aenea* sind aber ebenfalls so isoliert und zeigen doch ziemlich große Verschieden-

heiten, und andrerseits sind *nitida* und *cineraria* nicht so isoliert und zeigen sozusagen keine Unterschiede in den Copulationsapparaten. Das zeigt doch, scheint mir, daß die Copulationsorgane nahe verwandter Arten verschieden oder nicht verschieden sein können, mit oder ohne biologische Isolation, daß also sowohl physiologische Isolierung als Form der Copulationsorgane mindestens gleichgültig sind.

Gattung ***Halictus*** Latr. Schmalbiene.

Leider ist dieses Genus, das mit *Andrena* zusammen von *Sphecodes* abgeleitet wird, nicht so gut bearbeitet wie die vorigen. Ich muß daher darauf verzichten, die Verwandtschaftsbeziehungen und biologischen Verhältnisse bei den einzelnen Arten vorzubringen. Interessant ist, daß viele Arten eine Generation im Juli haben, die sich parthenogenetisch fortpflanzt.

Halictus sexcinctus F.
(Fig. 44.)

An dieser Art läßt sich am leichtesten die Ähnlichkeit des Copulationsapparats von *Halictus* mit dem von *Andrena* zeigen. Der Cardo weist dieselbe Sattelform auf, ist nur dorsal viel breiter als ventral. Die Valvae externae schließen dorsal nicht mehr in einer medianen Furche zusammen, sondern sind nur in der Nähe des Cardoansatzes miteinander verwachsen. Es findet sich daher auch kein dorsaler Dornfortsatz mehr. Der ventrale Ast ist sehr viel weicher und heller chitinisiert als der Rest der Valvae und nimmt zum Teil eigenartige Form an. Wie aus den Ventralansichten hervorgeht, ist er bei *sexcinctus* und *tetrazonius* düten- oder eselohrartig zugespitzt und gedreht, wobei sich die Äste der beiden Seiten an ihren Enden kreuzen. Den mittlern Raum zwischen beiden Valvae nimmt der Penis ein, dessen Chitinteile wie Raubvogelschnäbel scharf nach unten gekrümmt sind. Aus der Ventralansicht geht außerdem hervor, daß das ganze Gebilde viel breiter und gedrungener ist als bei *Andrena* (vgl. Fig. 45).

Halictus tetrazonius.
(Fig. 45 u. 46.)

Die seitliche Ansicht ergibt keinen wesentlichen Unterschied zwischen den einzelnen Teilen dieses Copulationsapparats und des vorigen. Abgesehen davon, daß er kleiner ist, stehen die Spitzen

der Eselsohren mehr nach außen und sind so leichter zu erkennen, während sie bei dem viel breitern Apparat von *sexcinctus* in der Mitte zusammenstoßen. Der Penis ist ebenfalls scharf gekrümmt. Die Ventralansicht, die die Krümmung der Penisteile nicht so schön erkennen läßt, zeigt dagegen die ventral und median an den Valvae externae ansitzenden Valvae internae sehr schön. Sie erscheinen bisweilen als Chitinverdickungen der Penismembran, sind aber in Wirklichkeit an den Valvae externae befestigt.

Halictus calceatus Scop.
(Fig. 47.)

Bei dieser Art sind die Fortsätze der Valvae externae nicht mehr so eigenartig ausgebildet; es sind nur noch stummelschwanzartige, schwach behaarte Anhängsel. Die Penisstäbe sind wieder scharf krallenartig gebogen und ragen über den untern Rand der Valvae externae heraus.

Halictus albipes F.
(Fig. 48.)

Diese Art ist mit der vorigen sehr nahe verwandt, wird sogar, nach Schmiedeknecht, bisweilen als eine Varietät derselben aufgefaßt. Wesentliche Unterschiede im Copulationsapparate sind nicht vorhanden. Entsprechend der geringern Größe des Tieres ist auch das Copulationsorgan kleiner und erscheint etwas gewölbter, namentlich ist der Penis schärfer gekrümmt und steht daher weiter hervor. Doch variieren auch die Individuen derselben Art zuweilen in bezug auf Krümmung einzelner Teile. Also auch hier wieder 2 nahe verwandte Arten, die trotzdem keine wesentlichen Unterschiede im Copulationsapparate zeigen.

Halictus major Nyl.
(Fig. 49.)

Der Copulationsapparat dieser Art besitzt eine für seine Größe auffallende Breite. Die Penisstäbe sind scharf gebogen, so stark, daß ihre Spitze nach dem Cardo hin gerichtet erscheint.

***Halictus morio* F.**
(Fig. 50.)

Diese nur ameisengroße Bienenart zeigt entsprechend ihrer geringen Größe auch den kleinsten aller untersuchten Copulationsapparate, dessen Valvae externae wie bei der vorigen Art weit auseinanderklaffen und die spitzen, scharfgekrümmten Penisstäbe umgeben.

Halictus vulpinus
(Fig. 51)

zeigt den am meisten gewölbten Copulationsapparat, dessen gedrungene Gestalt faustförmig oder krallenartig erscheint. Hier sind auch die Valvae externae gebogen, und der sichelartig gekrümmte Penis ragt nicht über ihren untern Rand hinaus.

Gattung ***Anthophora*** Latr. Pelzbiene.

Diese Gattung zeigt in ihren Copulationsorganen wieder ganz eigenartig gebildete und verzierte, zum Teil wie bei *Anthophora tarsata* geradezu phantastisch zu nennende Formen.

***Anthophora tarsata* Spin.**
(Fig. 52.)

Um mit dieser Art anzufangen, sehen wir zunächst einen dreieckigen dorsalen Cardo, der nicht auf die Ventralseite übergreift. Die Valvae externae sind wie bei *Xylocopa* mächtig entwickelte, halbkugelartig zusammenschließende Gebilde, eigenartig ausgebuchtet und mit einem langen behaarten Fortsatz versehen, der median und ventral geneigt ist. Die Chitinteile des Penis sind starke, zweizackige Haken, die ventral, auf den Beschauer zu, gekrümmt sind. In der Ruhelage wird der Penis durch eine große, dreizähnige Deckschuppe, dem hypotome Dufour's, geschützt. Durch Muskeln seitlich an den Valvae befestigt, bedeckt diese Schuppe den ventral offenen Teil des Copulationsorgans.

***Anthophora crinipes* Sm.**
(Fig. 53.)

Die Valvae externae zeigen hier an ihrem geweihartigen Ende drei z. T. stark behaarte Zinken, die in verschiedene Ebenen hinein-

ragen. Die Penisstäbe erscheinen als eigenartige, spitzhammerförmige Gebilde, die mit festem Stielansatz in den Valvae externae drinstecken. Valvae internae konnte ich mit Sicherheit hier ebensowenig als bei *acervorum* und *tarsata* erkennen, dagegen bei *retusa*. Allerdings bildet Zander an dem nicht vollständigen Copulationsapparat einer *Anthophora*, die wohl *crinipes* oder *acervorum* sein dürfte, kleine, schuppenförmige Gebilde als Valvae internae ab. Es dürfte das jedoch auf einem Irrtum beruhen, den ich auch zuerst begangen habe. Zander's Abbildung zeigt den Cardo, ist also wohl eine dorsale Ansicht. Die Valvae internae aber befinden sich überall ventral. Dagegen befindet sich dorsal bei *A. acervorum* und *crinipes* (vgl. Fig. 54) ein bartartiger Verbindungsteil zwischen den eigenartigen Chitingebilden des Penis. Dieser Bart ist durch eine Furche oder Spalte in 2 Teile geteilt und kann so den Anschein zweier schuppenartiger Gebilde erwecken. Es sind aber unzweifelhaft Teile des Penis.

Anthophora acervorum Latr.

(Fig. 54 u. 55.)

Der Copulationsapparat dieser Art unterscheidet sich außer durch etwas beträchtlichere Größe nicht von dem der vorhergehenden Art, mit der er auch zusammen besprochen wurde. Erwähnenswert ist vielleicht, daß sich keinerlei Unterschiede erkennen ließen an den Copulationsorganen von Exemplaren aus Mecklenburg, aus Tirol und aus dem Elsaß.

Anthophora retusa Latr.

(Fig. 56 u. 57.)

Unterscheidet sich in ihrem Copulationsorgan dadurch von dem der beiden vorigen Arten, daß die Valvae externae an ihren Enden nicht die geweihartigen Zinken tragen, sondern nur einen breiten, blattartigen Fortsatz. Die Penisstäbe sind ebenso wie bei der vorigen als spitzhammerartige Gebilde entwickelt, wenn auch die ventral gerichtete Spitze nicht so lang und stark ist. Die halbmondförmige Einbuchtung an den sogenannten Hammern ist dagegen viel größer. Bei dieser Art sind am ventralen Innenrand der Valvae externae kleine, schuppenförmige Anhängsel zu erkennen die wohl, wie bereits oben erwähnt, die Valvae internae sein dürften.

Gattung *Eucera* Latr. Langhornbiene.

Der Copulationsapparat dieses Genus läßt sich am leichtesten im Anschluß an den von *Anthophora* verstehen, mit welcher Gattung auch *Eucera* verwandt ist.

Eucera longicornis Latr.
(Fig. 58.)

Die schönen Männchen dieser Art mit der hellgelben Gesichtsmaske und den langen steinbockhörnerartigen Fühlern besitzen das zierlichste der untersuchten Copulationsorgane. Einzelne Teile sind so fein wie ein in Elfenbein geschnittener Kunstgegenstand und die Zeichnung kann längst nicht alle Feinheiten wiedergeben. Die Valvae externae aus hellgelbem Chitin, zeigen die verschiedenartigsten Einschnitte und Verzierungen und laufen nach vorn je in eine lange, feine, ventral nach innen gebogene Spitze aus. Die festen Penisteile aus dunklerm Chitin erscheinen in der Aufsicht wie das Geweihblatt eines Damhirsches, sind aber in Wirklichkeit ziemlich stark ventralwärts gebogen und mit haarscharfer Spitze versehen.

Schmarotzerbienen.

Bekanntlich leben die Schmarotzerbienen in enger Gemeinschaft mit ihren Wirten und fliegen selbstverständlich zu gleicher Zeit, ja sogar meist an denselben Blumen. „In den meisten Fällen,“ sagt Friese, „fand ich den Grundsatz bestätigt, daß die Schmarotzerbiene die Vorliebe für die oft ausschließlich bevorzugte Nahrungspflanze ihres Wirtes teilt.“ Ja man hat in den meisten Fällen Grund zur Annahme, daß die Schmarotzerbienen mit ihren Wirten verwandt sind, was für *Psithyrus*, den Schmarotzer von *Bombus* z. B., feststeht.

Gattung *Nomada* Fabr.

schmarotzt hauptsächlich bei *Andrena*-Arten. Das Genus ist sehr artenreich und seine Arten systematisch schwer zu unterscheiden. Ein gleiches kann ich vom Copulationsapparat bezeugen. Im allgemeinen Bau hat der Copulationsapparat große Ähnlichkeit mit dem der Andrenen, unterscheidet sich wesentlich nur durch seine stärkere Behaarung.

Nomada succincta Panz.
(Fig. 59 u. 60.)

Diese Art schmarotzt bei *Andrena fasciata*, nach Friese bei *Andrena tibialis* und nach Brauns bei *Andrena nigro-aenea.* Ihr Copulationsapparat zeigt, wie bei *Andrena*, einen sattelartigen Cardo, daran sich anschließend den brustpanzerartigen Teil der Valvae externae. Diese schließen jedoch dorsal nicht aneinander, laufen in einen stumpfen Fortsatz aus, der einen starken Haarschopf trägt und zeigen ventral einen kleinen Ansatz, der ebenfalls behaart ist und in seiner Form an die erste Antenne vieler Cladoceren erinnert. Zwischen den Valvae externae biegt sich der Penis mit seinen zwei spitzen Chitinstäben nach vorn.

Nomada alternata Smith (*marshamella* K.)
(Fig. 62)

schmarotzt nach Schmiedeknecht bei *Andrena labialis* und *nigro-aenea.* Ihr Copulationsapparat unterscheidet sich nicht merklich von dem der vorhergehenden Art, der sie sehr nahe verwandt ist. Der Penis ist vielleicht etwas höher gewölbt.

Nomada zonata Panz.
(Fig. 62.)

Diese Art schmarotzt, nach Friese bei *Andrena ventralis*, nach Pérez auch bei *Andrena symphyti* und *Biareolina neglecta.* Der vordere behaarte Teil der Valvae externae ihres Copulationsapparats besteht aus weicherm, hellerm Chitin und hebt sich also von dem übrigen Teil ab; der kleine ventrale Fortsatz erscheint nur noch als ein mit einem Haarbüschel versehener Höcker. Die Penisstäbe sind spitzer und stärker gekrümmt.

Nomada ruficornis L.
(Fig. 63, 64, 65 u. Textfig. B.)

Diese häufigste Art schmarotzt bei den Frühlings-Andrenen *trimmerana*, *nigro-aenea* u. a. Der vorigen Art ist sie nahe verwandt, zeigt aber keine merklichen Unterschiede in ihrem Copulationsapparat. Sie tritt in zahlreichen, konstanten Variationen auf

und einige davon, allerdings nicht näher bezeichnet, lagen mir vor. Es waren keine wesentlichen Unterschiede zu erkennen, oder es zeigte sich etwa der Penis stärker gekrümmt (vgl. Fig. 65). Es



Fig. B.
Umrisse dorsaler Skulpturvariationen von *Nomada ruficornis* und *Nomada ruficornis var.* 25 : 1.

kommen auch unter den Individuen derselben Art Größenunterschiede vor und Skulpturvariationen der Valvae externae, wie ich sie hier in Umrissen wiedergebe (vgl. Textfig. B). Wesentliche Bedeutung dürfte dem wohl kaum zuzuschreiben sein.

Nomada bifida Thoms.
(Fig. 66.)

Ihr Copulationsapparat unterscheidet sich dadurch von dem der ihr sehr nahe stehenden vorigen Art, daß die Valvae externae größer sind und stärker gewölbt. In der Form des Penis ist kein Unterschied.

Aus den Untersuchungen an *Nomada* ergibt sich, wie mir scheint, der interessante Schluß, daß die Copulationsanhänge der Schmarotzerbiene in ihrer Grundform denen der besuchten Gattung ähnelt. Es ist das auffallend; denn selbst wenn, was wahrscheinlich ist, *Nomada* von *Andrena* herzuleiten ist, so hat sie doch solch neue Wege eingeschlagen, daß größere Unterschiede auch in den Copulationsanhängen nicht verwundern dürften. Daß sich das nicht so verhält, scheint mir eine Tatsache zu sein, die der Theorie Petersen's von der Artentstehung durch physiologische Isolierung gegenüberzustellen ist. — Wir haben ferner gesehen, daß Varietäten sich in ihren Copulationsorganen nicht oder fast nicht von denen der Stammart unterscheiden, was übrigens Petersen selbst des öftern bei seinen *Argynnis*-Untersuchungen konstatiert hat.

Gattung ***Coelioxys*** Latr.,

deren meiste Arten bei *Megachile* schmarotzen, ist nach Friese wohl auch von dieser Gattung herzuleiten. Daß die eine oder andere Art, z. B. die mir vorliegende *C. rufescens*, bei *Anthophora* schmarotzt, dürfte als sekundär zu bezeichnen und ebenso zu erklären sein, wie wenn einige *Nomada*-Arten bei *Eucera* schmarotzen. Wenn nämlich in einer Gegend ein Schmarotzer seinen eigentlichen Wirt dezimiert und geschwächt hat, dabei selbst aber an Zahl stark zugenommen hat, so sieht er sich genötigt, eine andere Gattung heimzusuchen. Daraus können sich dann sekundäre Dauerzustände entwickeln.

Coelioxys rufescens Lep.
(Fig. 67)

zeigt einen Copulationsapparat, der an die flachen, gestreckten Formen bei den Bauchsammlern erinnert, *Eriades, Osmia, Megachile* etc. Die einfachen Äste der Valvae externae sind an ihren runden, freien Enden stark und lang behaart. Als dünne, runde Plättchen sitzen ihnen die Valvae externae an. Der Penis zeigt keine besondern Chitinstäbe und ist nur membranös wie in seinem vordern Teile der von *Trachusa*. Dafür ist er durch eine große, vorn abgerundete Deckschuppe geschützt, die durch Muskeln an besondern Chitinfortsätzen befestigt ist und ausnahmsweise, wie mir scheint, bei der Copulation mit ausgestülpt wird.

Gattung ***Melecta*** Latr.

schmarotzt durchweg bei *Anthophora*. Ihre Copulationsorgane wurden, wie schon erwähnt, von Radoszkowski untersucht, in Umrissen abgebildet und zur Artunterscheidung verwertet.

Melecta armata Latr.
(Fig. 68)

schmarotzt speziell bei *Anthophora retusa*. Ihr Copulationsapparat ist faustartig stark gewölbt; der Cardo als ringförmige Leiste mäßig ausgebildet. Die Valvae externae zeigen auf ihrem breiten Basalteil große, zackenförmige Fortsätze, zwischen denen scharf krallenartig gekrümmt sich der Penis befindet, der aber nicht über den untern Rand der Valvafortsätze herausragt. Auch hier ist, wie aus

Vergleichung der beiden seitlichen Ansichten hervorgeht, kein wesentlicher Unterschied zwischen den Copulationsorganen des Schmarotzers und seines Wirtes *Anthophora retusa*, namentlich auch kein solcher, der eine Kreuzung mechanisch unmöglich erscheinen ließe.

Stellen wir nun die verschiedenen, hier gewonnenen Tatsachen den theoretischen Vorstellungen gegenüber, die man auf Grund der Copulationsorgane sich gebildet hat. Auf die Theorien der Artentstehung durch geographische Isolierung, der „mechanical selection" JORDAN's, zurückzukommen, ist wohl unnötig, obwohl wir auch hier Beispiele haben wie *Osmia rufa* und *cornuta*, *Andrena cineraria* und *nitida*, nahe verwandte Arten, die zusammen fliegen, bei denen keinerlei mechanische Isolierung denkbar ist und eine Entstehung durch geographische, auch nur zeitweilige Isolierung durch keine Tatsachen gestützt ist. Ferner kämen hier vor allem die Schmarotzer in Betracht, die, wie für *Bombus* und *Psithyrus* angegeben wird, ich selbst für *Andrena*, *Nomada*, *Anthophora* und *Melecta* wahrscheinlich gemacht habe, keine wesentlichen Unterschiede im Copulationsapparat zeigen, der zur Annahme einer mechanischen Kreuzungsunmöglichkeit berechtigte. Und doch ist sehr wahrscheinlich, daß diese Schmarotzerbienen eigne Verwandte des betreffenden Wirtes sind, die sich also an Ort und Stelle durch Änderung ihrer Instinkte und Biologie von den Stammformen ihrer sammelnden Vorfahren getrennt haben. (Ebenso sind, nach den Abbildungen v. HAGEN's zu schließen, die Copulationsorgane von *Sphecodes* nicht wesentlich verschieden von denen von *Halictus*. Auch PÉREZ führt es als Beispiel für die Unwichtigkeit der Variationen des Copulationsorgans an. *Sphecodes* ist aber nach v. BUTTEL-REEPEN und andern eine zum Schmarotzerleben bei *Halictus* übergehende Gattung.) Da ist doch jede geographische Isolierung geradezu ausgeschlossen; die Schmarotzer mußten gerade mit ihren Wirten zusammen vorkommen. Dagegen wird vielleicht PETERSEN gerade diese Verhältnisse durch seine physiologische Isolierungstheorie erklären wollen. Stellen wir uns nun aber diesen Vorgang noch einmal vor, wie er nach PETERSEN verlaufen soll. Es variieren zuerst die Keimdrüsen, dann die ausführenden Gänge, der Copulationsapparat, die sekundären Geschlechtscharaktere und, nachdem so physiologische Isolierung stattgefunden hat, erst nachher die sonstigen peripheren Teile des Körperbaues. Dann müßten einerseits bereits fertige nahe verwandte

Arten auch immer in ihren Copulationsorganen verschieden sein, denn die Variation, von innen heraus erfolgend, sollte dann doch auch den Copulationsapparat bereits erreicht haben, andrerseits sollten wir es, wenn die Copulationsorgane verschieden sind, mindestens mit beginnenden, wenn nicht fertigen Arten zu tun haben, und es müßten außerdem konstante Varietäten einer Art eigentlich auch in ihren Copulationsorganen Verschiedenheiten von der Stammart zeigen. Dem ersten Postulat, daß bei fertigen Arten die Copulationsorgane verschieden sein sollten, widersprechen u. a. die *Nomada*-Arten und nach Jordan und Petersen selbst viele nahe verwandte Schmetterlingsarten, die trotz ihres zweifellosen Artcharakters keinerlei merkliche Unterschiede im Copulationsapparat zeigen. Dem zweiten, daß Variationen der Copulationsorgane beginnende Artdivergenz bedeuten solle, widersprechen z. B. die betreffenden Organe bei *Osmia rufa*, wo in ein und derselben Art die Individuen Variationen zeigen, die nicht geringer sind als die von dem einen Extrem zu der nächst verwandten Art. Und doch zeigen die betreffenden Individuen bei *Osmia rufa* keine Anzeichen, die sie auch nur als Varietäten hinzustellen berechtigte. Im Gegensatz dazu sind bei wirklich konstanten Varietäten keinerlei Unterschiede an den Copulationsorganen zu erkennen, wie das Petersen selbst bei seinen Untersuchungen der Gattung *Argynnis* durchweg angibt, ich selbst für anerkannte Varietäten von *Nomada ruficornis* und für die bisweilen als Varietät von *Halictus calceatus* angesehene Art *Halictus albipes* gezeigt zu haben glaube. Ich möchte auf diese Nichtverschiedenheit der Copulationsorgane zwischen Varietät und Stammart, und zwar nicht nur der Copulationsorgane, sondern, wie Petersen selbst für *Argynnis* und *Pieris* angibt, auch der innern Geschlechtsorgane, ganz besondern Nachdruck legen. Denn diese Varietäten sind doch die Anfänge der Artdivergenz, sozusagen nur eine erste Etappe auf dem Wege zu specifischer Formenbildung, um ein Bild von Friese u. v. Wagner zu gebrauchen. Wenn solche Varietäten aber haben entstehen und sich halten können, ohne die für die Petersen'sche Isolationstheorie nötigen Symptome zu zeigen, so erscheint deren Wert doch wohl schon sehr beschränkt und zweifelhaft.

Es ist eigenartig, zu bemerken, wie seit Darwin's Selectionstheorie einige Forscher immer wieder für die Frage nach der Artentstehung den Isolierungsbegriff herangezogen haben. Es ist ein Begriff, der, wie z. B. jene andere Vorstellung von der „verjüngenden Wirkung“ der Protozoenconjugation, immer und immer wieder auf-

taucht und widerlegt werden muß. Für diejenigen, die sich die Entstehung von Arten nun einmal nicht ohne Isolierung vorstellen können, ist, wie verschiedentlich darauf hingewiesen wurde, schließlich auch die natürliche Auslese eine Isolierung, insofern sie die Individuen allein bestehen läßt, die geeignet sind, neue Arten zu bilden. Seinen eigentlichen Grund hat aber dieses Aufstellen von Isolationstheorien doch wohl in dem Umstande, daß die betreffenden Forscher sich die Erhaltung indifferenter Merkmale nicht anders vorstellen können. Wenn letztere erst Selectionswert erreicht haben und natürliche Zuchtwahl einsetzen kann, sind sich fast alle über deren Wert und Einfluß einig. Nur eben die Frage, wie können sich indifferente Varianten und Artmerkmale bis zu jenem Schwellenwerte erhalten und entwickeln, scheint ohne irgend eine Isolierung nicht erklärlich. Gerade dafür aber hat WEISMANN eine ungezwungene Erklärung in seiner Germinalselection gegeben, jenem Kräftespiel im Keimplasma, dessen „hohe Bedeutung", wie WEISMANN sich ausdrückt, „gerade darin liegt, daß es unabhängig von den Beziehungen des Organismus zu der Außenwelt Variationen schafft". Diese Variationen aber führt sie ohne notwendige Isolierung selbständig bis zum Selectionswerte, wo natürliche Zuchtwahl die betreffenden Individuen weiterzüchtet oder fallen läßt. Diese Erklärung scheint mir einerseits DAHL's komplizierten Vorstellungen (p. 14) vorzuziehen zu sein; ihr gegenüber kann aber auch „physiologische Isolierung", in einzelnen Fällen durch rechtzeitige Variation von Duft- und Geruchsorganen denkbar, nur als eventueller begünstigender Faktor bei der Artentstehung in Frage kommen.

Ich selbst glaube mich einstweilen darauf beschränken zu sollen, die von mir beigebrachten Tatsachen über Copulationsorgane den verschiedenen theoretischen Anschauungen gegenüber gestellt zu haben. Besondere Schlüsse glaube ich noch nicht daraus ziehen zu sollen, da ich das Tatsachenmaterial für noch nicht groß genug halte und zu ergänzen suchen werde. Ich will mich damit begnügen, darauf wieder hingewiesen zu haben, daß eine Erhaltung und Entwicklung indifferenter Artmerkmale sehr wohl ohne jegliche Isolierung denkbar ist, und darf vielleicht noch meiner Überzeugung Ausdruck geben, daß den Copulationsorganen kein wesentlicher Einfluß bei der Entstehung neuer Arten zukommt.

Zusammenfassung.

Den männlichen Copulationsorganen entsprechende weibliche Teile scheinen bei den solitären Apiden keine vorhanden zu sein. Das von den andern so sehr verschiedene Copulationsorgan von *Apis* kann als ein Funktionswechsel aufgefaßt werden und als eine Folge des unter ganz andern Bedingungen stattfindenden Begattungsvorganges.

Wir hatten uns als Fragen gestellt: 1. Die Bildung der Copulationsorgane bei den verschiedenen Apiden-Gattungen und haben gefunden, daß jede der untersuchten Gattungen in dieser Beziehung ihre mehr oder weniger typische Form aufweist, mit Ausnahme vielleicht gewisser Schmarotzerbienen und daß z. B. bei Gattungen wie *Andrena* und *Biareolina*, die in ihren Copulationsorganen wesentlich übereinstimmen, auch sonst im System die eine der andern untergeordnet erscheint. 2. Was das Verhalten der Copulationsorgane bei den einzelnen Arten anbetrifft, so sehen wir, daß es in den verschiedenen Gattungen recht verschieden damit bestellt ist. In den einen Gattungen *Andrena*, *Halictus*, *Nomada* variieren die untersuchten Arten nicht besonders stark, während bei *Osmia* z. B. die Arten ziemlich gut in bezug auf ihre Copulationsorgane zu unterscheiden sind. 3. Was das Verhalten der Copulationsorgane bei den Individuen einer Art anbetrifft, so sahen wir, daß dieselben bei *Andrena*, *Halictus*, *Nomada*-Arten nur schwach innerhalb derselben Art variieren, etwa in der Krümmung der Penishaken. Dagegen fanden wir bei *Osmia rufa*-Individuen Unterschiede in den Copulationsorganen, die ziemlich stark, aber nicht bedeutender waren als die, welche zwischen den Organen dieser Art und denen der nächstverwandten *cornuta* bestehen. 4. Nahe verwandte Arten zeigen im allgemeinen auch in ihren Copulationsorganen keine besondern Unterschiede. Ebenso zeigen anerkannte, konstante Varietäten von *Nomada ruficornis* keine merklichen Unterschiede in ihren Copulationsapparaten von der Stammart, ebensowenig wie die der bisweilen als Varietät von *Halictus calceatus* angesehenen Art *Halictus albipes*. 5. Wir haben Grund zur Annahme, daß die Schmarotzerbienen Verwandte ihrer Wirte sind, und sahen, daß z. B. der Copulationsapparat von *Nomada* keine wesentliche Formverschiedenheit von dem von *Andrena* zeigt, etwa nur stärker behaart ist. Dasselbe wird in der Literatur über *Sphecodes* und *Halictus* angegeben. Eine geographische

Isolierung ist also bei der Entstehung der Schmarotzerbienen z. B. ausgeschlossen.

Was eine Entstehung durch physiologische Isolierung anbetrifft, so sahen wir, daß eine solche sich im Sinne PETERSEN's nicht vorstellen läßt und zu Konsequenzen führt, wie denen, daß eigentlich bei allen fertigen Arten der Variationsprozeß, der nach PETERSEN von innen heraus, von den Geschlechtsorganen erfolgt, bereits den Copulationsapparat erreicht haben sollte und dort müßte nachzuweisen sein. Das ist aber nicht der Fall. Viele nahe verwandte Arten, nicht nur hier bei den Apiden, sondern auch bei den Schmetterlingen und sonst, zeigen keine wesentlichen Unterschiede in den Copulationsorganen.

Ich habe schließlich darauf hingewiesen, daß natürliche Varietäten, als Fortsetzung indifferenter, durch Germinalselection geschaffener Merkmale, zur Bildung neuer Arten führen, wobei physiologische, ebenso wie geographische Isolierung, nur einen eventuellen, begünstigenden Einfluß haben können.

Es ist damit das Thema keineswegs erschöpft, und wo Material sich bieten wird, wäre es von größtem Interesse, noch mehr Copulationsorgane von Schmarotzerbienen in ihrem Verhalten zu dem der Wirte zu untersuchen; ferner Frühlings- und Sommergenerationen derselben *Andrena*-Art, parthenogenetisch und geschlechtlich entstandene *Halictus*-Männchen auf jene Organe hin zu vergleichen und überhaupt noch viel mehr nahe verwandte Arten, deren Biologie genau bekannt ist, daraufhin zu untersuchen. Vielleicht, so hoffe ich, wird es mir selbst gelingen, mir das nötige Material zu verschaffen.

Literaturverzeichnis.

(Die mit einem * bezeichneten Arbeiten waren mir unzugänglich.)

1. Abderhalden, E., Der Artenbegriff und die Artenkonstanz auf biologisch-chemischer Grundlage, in: Naturw. Rundschau, Vol. 19, 1904.

2. v. Buttel-Reepen, H., Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates, Leipzig 1903.

3. du Buysson, R., De l'accouplement chez les Hyménoptères, in: Rev. entomol., Vol. 13, 1894, p. 119.

4. Dahl, Fr., Physiologische Zuchtwahl im weitern Sinne, in: Biol. Ctrbl., Vol. 26, 1906.

5. Döderlein, L., Über die Beziehungen nahverwandter Tierformen zueinander, in: Ztschr. Morphol. Anthropol., Vol. 4, 1902.

6. Ducke, A., Die Bienengattung Osmia, in: Ber. naturw.-med. Ver. Innsbruck, Jg. 25, 1899/1900.

7. Dufour, L., Recherches anatomiques et physiologiques sur les orthoptères, les hyménoptères et les neuroptères, in: Mém. Acad. Roy. Sc. Inst. France Paris, Vol. 7, 1841.

8. Escherich, C., Die biologische Bedeutung der Genitalanhänge der Insekten, in: Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1892.

9. Friese, H., Die Schmarotzerbienen und ihre Wirte, in: Zool. Jahrb., Vol. 3, Syst., 1888.

10. —, Beiträge zur Biologie der solitären Blumenwespen (Apiden), ibid., Vol. 5, 1891.

11. —, Die Bienen Europas (Apidae europaeae) nach ihren Gattungen, Arten und Varietäten auf vergleichend morphologisch-biologischer Grundlage, Teil 1—6, 1895—1901, Innsbruck u. Berlin.

12. Friese, H. u. F. v. Wagner, Hummeln als Zeugen natürlicher Formenbildung, in: Zool. Jahrb., Suppl. 7 (Festschrift Weismann), 1904.

13. V. HAGENS, Über die Genitalien der männlichen Bienen, besonders der Gattung Sphecodes, in: Berlin. entomol. Ztschr., Vol. 18, 1874.

14. —, Über die männlichen Genitalien der Bienengattung Sphecodes, in: Deutsch. entomol. Ztschr., Vol. 26, 1882.

15. HOFFER, E., Die Schmarotzerhummeln Steiermarks, in: Mitteil. naturw. Ver. Steiermark, 1888.

16. JANET, CH., Anatomie du gaster de la Myrmica rubra (F. 22), Paris 1902.

17. JORDAN, K., Mechanical selection and other problems, in: Novit. zool., Vol. 3, 1896.

18. —, Bemerkungen zu Herrn Dr. PETERSEN's Aufsatz: Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung, in: Biol. Ctrbl., Vol. 23, 1903.

19. —, Der Gegensatz zwischen geographischer und nichtgeographischer Variation, in: Z. wiss. Zool., Vol. 83, 1905.

20. KLUGE, M. H., Das männliche Geschlechtsorgan von Vespa germanica, in: Arch. Naturg., Jg. 61, Bd. 1, 1895.

21. KOLBE, H. J., Einführung in die Kenntnis der Insekten, Berlin 1893.

22. KRAATZ, G., Über die Wichtigkeit der Untersuchung des männlichen Begattungsgliedes der Käfer, in: Deutsch. entomol. Ztschr., Vol. 25, 1881, p. 113 ff.

23. —, Über das männliche Begattungsglied der europäischen Cetoniiden und seine Verwendbarkeit für die scharfe, spezifische Unterscheidung, ibid., p. 129 ff.

24. LACAZE-DUTHIERS, H., Recherches sur l'armure génitale des insectes Hyménoptères, in: Ann. Sc. nat. (3), Zool., Vol. 12, 1849, Vol. 14, 1850.

25. LEUCKART, Erklärungen zur Wandtafel über *Apis mellifica*.

26. MICHAELIS, G., Bau und Entwicklung des männlichen Begattungsapparates der Honigbiene, in: Z. wiss. Zool., Vol. 67, 1900.

*27. MORICE, F. D., The concealed ventral segment and genital armature of Andrena ferox ♂, in: Entomol. monthl. Mag. (2), Vol. 13 (38), 1902, p. 171—172.

28. MÜLLER, H., Anwendung der DARWIN'schen Theorie auf Bienen, in: Verh. naturw. Ver. preuß. Rheinlande, Jg. 29, Vol. 9, 1872.

29. —, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten, Leipzig 1873.

30. ORMANCEY, Recherches sur l'étui pénial considéré comme limite de l'espèce dans les coléoptères, in: Ann. Sc. nat. (3), Zool., Vol. 12, 1849.

31. PACKARD, A. S., Text-book of Entomology, New-York-London 1898, p. 180 ff.

32. PÉREZ, J., De l'organe copulateur mâle des Hyménoptères et de sa valeur taxonomique, in: Ann. Soc. entomol. France, Vol. 63, 1894, p. 74.
33. PETERSEN, W., Entstehung der Arten durch physiologische Isolierung, in: Biol. Ctrbl., Vol. 23, 1903.
34. —, Indifferente Charaktere als Artmerkmale, ibid., Vol. 24, 1904.
35. —, Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung, in: Mém. Acad. Sc. St. Pétersbourg (7), Vol. 16, 1904.
36. —, Über beginnende Artdivergenz, in: Arch. Rassen-Gesellschaftsbiol., Vol. 2, 1905.
37. PEYTOUREAU, Contribution à l'étude de la morphologie de l'armure génitale des insectes, Thèse de doctorat, Paris 1895.
38. PLATE, L., Über die Bedeutung der DARWIN'schen Selektionstheorie, 2. Aufl., Leipzig 1903.
*39. RADOSZKOWSKI, O., Révision du genre Dasypoda, in: Horae Soc. entomol. rossic., Vol. 20, 1886.
40. —, Morphologie de l'armure génitale mâle des Hyménoptères et de son utilité pour la classification, in: Ann. Soc. entomol. France (6), Vol. 9, 1889, p. CLXXII.
41. —, Über die Genitalanhänge der Hymenopteren, Verh. gelehrter Gesellschaften, in: Biol. Ctrbl., Vol. 9 u. 10, 1889/90 u. 1890/91.
*42. —, Révision des armures copulatrices des mâles des genres Colletes etc., in: Horae Soc. entomol. rossic., Vol. 25, 1891.
43. —, Revue des armures copulatrices des mâles des genres Crocisa, Melecta, Pseudomelecta etc., in: Bull. Soc. Natural. Moscou (N. S.), Vol. 7, 1893.
*44. SAUNDERS, E., On the terminal segments of the abdomen in Prosopis and other Anthophilidae, in: Trans. entomol. Soc. London, 1882.
*45. —, Further notes on the terminal segments of aculeate Hymenoptera, ibid., 1884.
46. SCHMIEDEKNECHT, O., Apidae Europaeae, Berlin 1882—1886.
47. —, Die Hymenopteren Mitteleuropas, Jena 1907.
48. SCHNEIDER, G., Zur Frage der Entstehung neuer Arten bei den Cestoden, in: Biol. Ctrbl., Vol. 25, 1905.
49. v. WAGNER, F., siehe FRIESE.
50. WEISMANN, AUG., Über den Einfluß der Isolierung auf die Artbildung, Leipzig 1872.
51. —, Über Germinalselektion, eine Quelle bestimmt gerichteter Variation, in: CR. 3. Congr. internat. Zool., Leyde 1896.
52. —, Vorträge über Deszendenztheorie, 2. Aufl., Jena 1904.
53. ZANDER, E., Beiträge zur Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge der Hymenopteren, in: Z. wiss. Zool., Vol. 67, 1900.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 22.

Fig. 1. Genitalapparat von *Xylocopa violacea* (nach DUFOUR).
aa Hoden, *bb* Vasa deferentia, *cc* Bulbi der Vasa deferentia, *dd* Vesiculae seminales, *e* armure copulatrice.

Fig. 2. Genitalapparat von *Anthophora pilipes* (nach DUFOUR).
Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 3. Das Copulationsrohr der Drohne nebst dem Ductus ejaculatorius und den Anhangsdrüsen. 12 : 1 (nach MICHAELIS).
Vd Vasa deferentia, *Sb* Samenbläschen, *A* Anhangsdrüsen, *De* Ductus ejaculatorius, *B* Bulbus des Copulationsrohres, *PP* Chitinplatten des Bulbus, *Sp* sog. Spiralstreifen, *g* gefiederter Anhang, *d* dreieckige Chitinplatte, *r* Rautenplatte, *H* Hörnchen.

Fig. 4. Der völlig ausgestülpte Copulationsschlauch von der lateralen Fläche. 6 : 1 (nach MICHAELIS).
Bezeichnungen wie in Fig. 3.

Allgemein gültige Abkürzungen in den folgenden Figuren:
c Cardo, *pe* Penis, *pe. st* Penisstäbe, *va. int* Valva interna, *va. ext* Valva externa, *h* hypotome.

Alle Figuren sind mit derselben Vergrößerung gezeichnet und zwar LEITZ Ok. 0, Obj. 2. 25 : 1.

Fig. 5. Rautenförmiges hypotome von *Osmia cornuta*, ♂.
Fig. 6. Dasselbe in situ in der Ruhelage.
Fig. 7. Dasselbe nach Ausstülpung des Copulationsapparats.

Fig. 8. Copulationsapparat von *Osmia rufa*, ♂ (ventral) (HÜBNER gez.).
Fig. 9. Derselbe von einem andern Individuum der gleichen Art.
Fig. 10. Copulationsapparat von *Osmia cornuta*, ♂, ventral.
Fig. 11. Derselbe von einem andern Individuum der gleichen Art.
Fig. 12. Copulationsapparat von *Osmia cornuta*, ♂, dorsal.
Fig. 13. „ „ *Osmia fuciformis*, ♂, ventral.
Fig. 14. „ „ *Osmia fulviventris*, ♂, ventral.
Fig. 15. „ „ *Osmia caerulescens*, ♂, ventral.
Fig. 16. „ „ *Osmia rufo-hirta*, ♂, ventral.
Fig. 17. „ „ *Osmia bicolor*, ♂, ventral.
Fig. 18. „ „ *Osmia adunca*, ♂, ventral.
Fig. 19. „ „ *Eriades nigricornis*, ♂, ventral.
Fig. 20. „ „ *Megachile muraria*, ♂, ventral.
Fig. 21. „ „ *Megachile sp.?*, ♂, ventral.
Fig. 22. „ „ *Trachusa serratulae*, ♂, ventral.

Tafel 23.

Fig. 23. „ „ *Anthidium 7-dentatum*, ♂, ventral.
du. ej Ductus ejaculatorius.
Fig. 24. Copulationsapparat von *Anthidium 7-dentatum*, ♂, dorsal.
Fig. 25. „ „ *Xylocopa violacea*, ♂, ventral.
Fig. 26. „ „ *Ceratina cucurbitina*, ♂, ventral und seitlich.
Fig. 27. „ „ *Prosopis sp.?*, ♂, ventral und halbseitlich.
Fig. 28. „ „ *Colletes cunicularius*, ♂, seitlich.
Fig. 29. „ „ *Andrena carbonaria*, ♂, seitlich.
Fig. 30. „ „ *Andrena cineraria*, ♂, seitlich.
Fig. 31. „ „ *Andrena nitida*, ♂, seitlich.
Fig. 32. „ „ *Andrena albicans*, ♂, seitlich.
Fig. 33. „ „ *Andrena tibialis*, ♂, seitlich.
Fig. 34. „ „ *Andrena tibialis*, ♂, ventral.
Fig. 35. „ „ *Andrena nigro-aenea*, ♂, seitlich.
Fig. 36. „ „ *Andrena trimmerana*, ♂, seitlich.
Fig. 37. „ „ *Andrena apicata*, ♂, seitlich.
Fig. 38. „ „ *Andrena gwynana*, ♂, seitlich.
Fig. 39. „ „ *Andrena praecox*, ♂, seitlich.
Fig. 40. „ „ *Andrena parvula*, ♂, seitlich.
Fig. 41. „ „ *Andrena marginata*, ♂, seitlich.

Fig. 42. Copulationsapparat von *Andrena dubitata*, ♂, seitlich.
Fig. 43. „ „ *Biareolina neglecta*, ♂, seitlich.
Fig. 44. „ „ *Halictus sexcinctus*, ♂, seitlich.
Fig. 45. „ „ *Halictus tetrazonius*, ♂, ventral (HÜBNER gez.).

Tafel 24.

Fig. 46. Copulationsapparat von *Halictus tetrazonius*, ♂, seitlich.
Fig. 47. „ „ *Halictus calceatus*, ♂, seitlich.
Fig. 48. „ „ *Halictus albipes*, ♂, seitlich.
Fig. 49. „ „ *Halictus major*, ♂, seitlich.
Fig. 50. „ „ *Halictus morio*, ♂, seitlich.
Fig. 51. „ „ *Halictus vulpinus*, ♂, seitlich.
Fig. 52. „ „ *Anthophora tarsata*, ♂, ventral, mit zugehörigem hypotome.
Fig. 53. „ „ *Anthophora crinipes*, ♂, ventral.
Fig. 54. „ „ *Anthophora acervorum*, ♂, dorsal.
Fig. 55. „ „ *Anthophora acervorum*, ♂, seitlich.
Fig. 56. „ „ *Anthophora retusa*, ♂, ventral.
Fig. 57. „ „ *Anthophora retusa*, ♂, seitlich.
Fig. 58. „ „ *Eucera longicornis*, ♂, ventral.
Fig. 59. „ „ *Nomada succincta*, ♂, seitlich.
Fig. 60. „ „ *Nomada succincta*, ♂, dorsal.
Fig. 61. „ „ *Nomada alternata*, ♂, seitlich.
Fig. 62. „ „ *Nomada zonata*, ♂, halbseitlich.
Fig. 63. „ „ *Nomada ruficornis*, ♂, seitlich.
Fig. 64. „ „ *Nomada ruficornis*, ♂, halbdorsal.
Fig. 65. „ „ *Nomada ruficornis var.*, ♂, seitlich.
Fig. 66. „ „ *Nomada bifida*, ♂, seitlich.
Fig. 67. „ „ *Coelioxys rufescens*, ♂, ventral, mit zugehörigem hypotome.
Fig. 68. „ „ *Melecta armata*, ♂, seitlich.



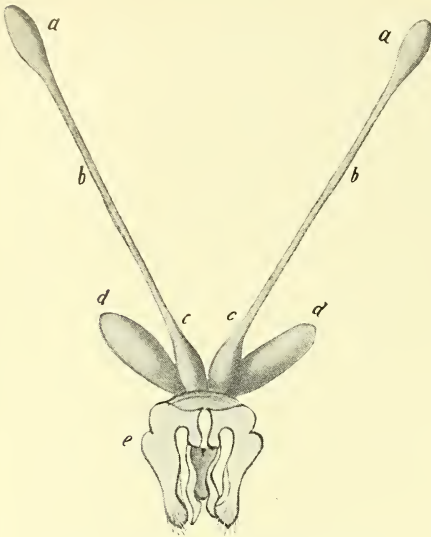


Fig. 1. (Nach Léon Dufour.)

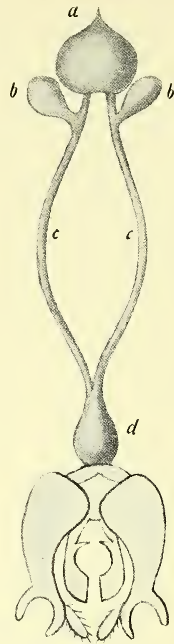


Fig. 2. (Nach Léon Dufour.)

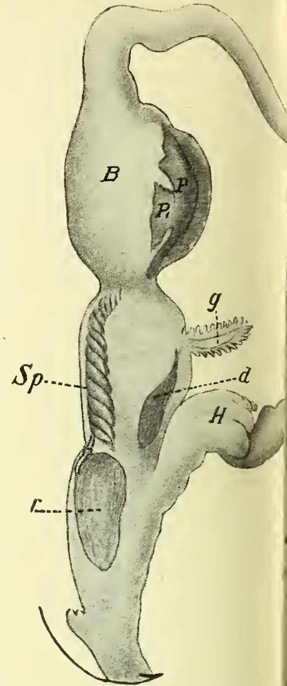


Fig. 3.



Fig. 8. *Osmia rufa.*



Fig. 9. *Osmia rufa.*



Fig. 10. *Osmia cornuta.*

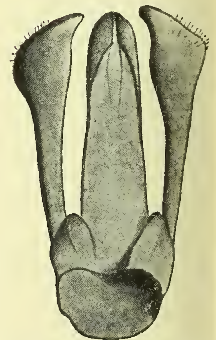


Fig. 11. *Osmia cornuta*

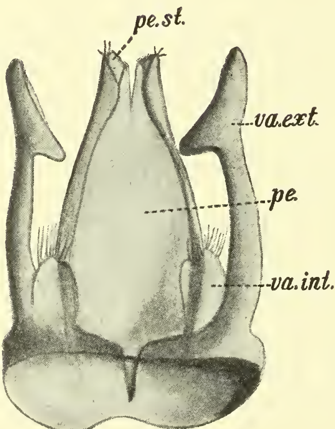


Fig. 20. *Megachile muraria.*

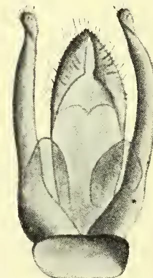


Fig. 18. *Osmia adunca.*

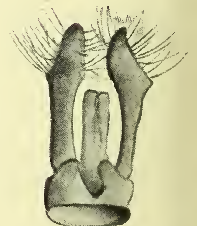
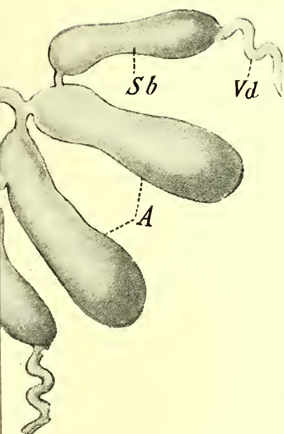


Fig. 19. *Eriades nigricorn*



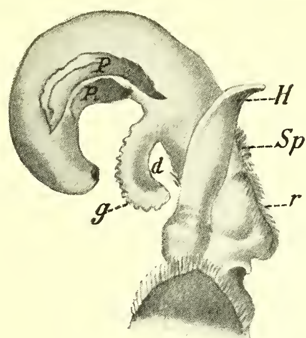


Fig. 4. (Nach MICHAËLIS.)

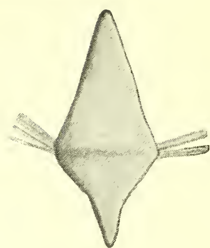


Fig. 5.

ICHAËLIS.)

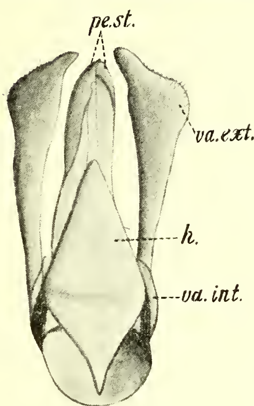


Fig. 6.

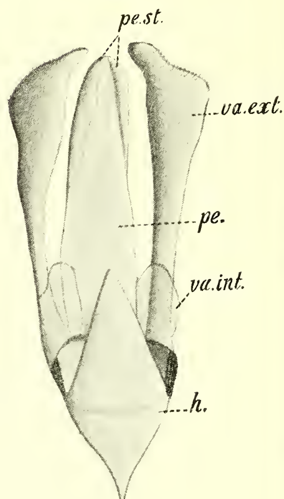
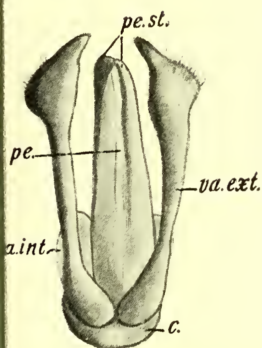


Fig. 7.



12. *Osmia cornuta* dorsal.

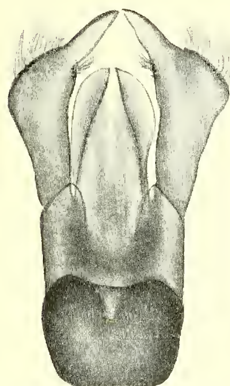


Fig. 13. *Osmia fuciformis.*



Fig. 14. *Osmia fulviventris.*



'ig. 21. *Megachile ?* ventral.



Fig. 15. *Osmia caerulens.*



Fig. 16. *Osmia rufohirta.*



Fig. 17. *Osmia bicolor.*

r in Jena.


14 NOV 24
LIBRARY



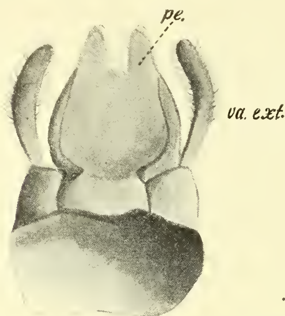


Fig. 22. *Trachusa serratulae* ventral.

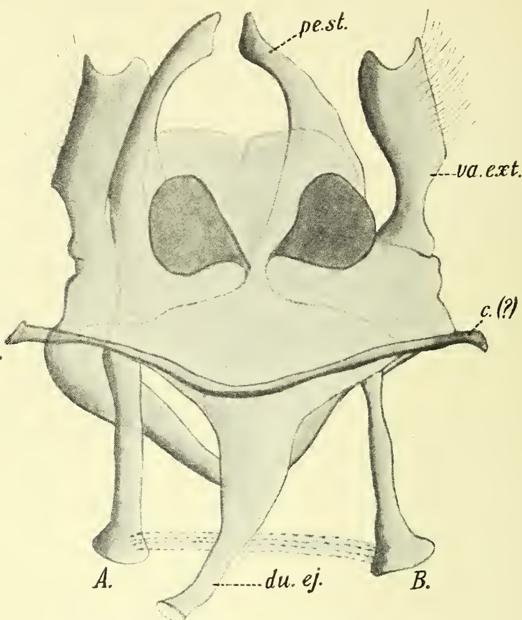
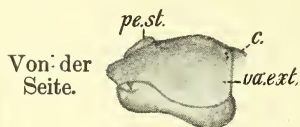


Fig. 23. *Anthidium 7-dentatum.*

Von der Seite.



Ventral.



Fig. 26. *Ceratina cucurbitina.*

Von der Seite.



Ventral.



Fig. 27. *Prosopis.*

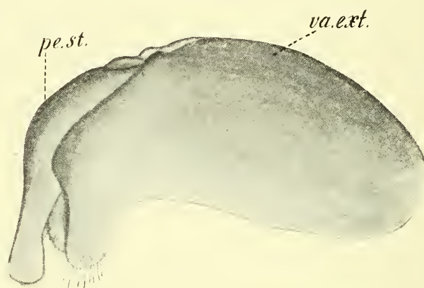


Fig. 28. *Colletes cunicularius* von der Seite.

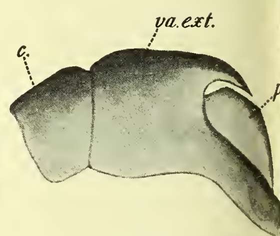


Fig. 29. *Andrena carbona*

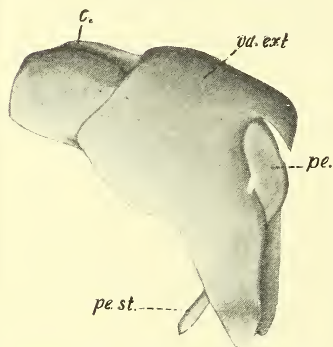


Fig. 33. *Andrena tibialis* von der Seite.

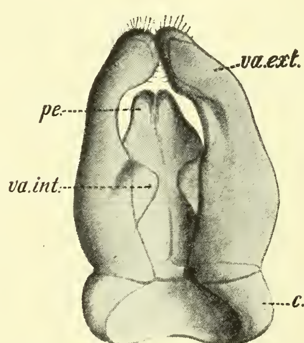


Fig. 34. *Andrena tibialis* ventral.

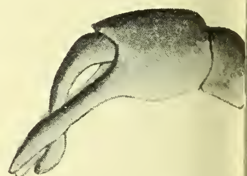


Fig. 35. *Andrena nigroaenea.*

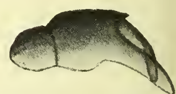


Fig. 40. *Andrena parvula.*

Strohl.

Verlag von Gust



Anthidium 7-dentatum.

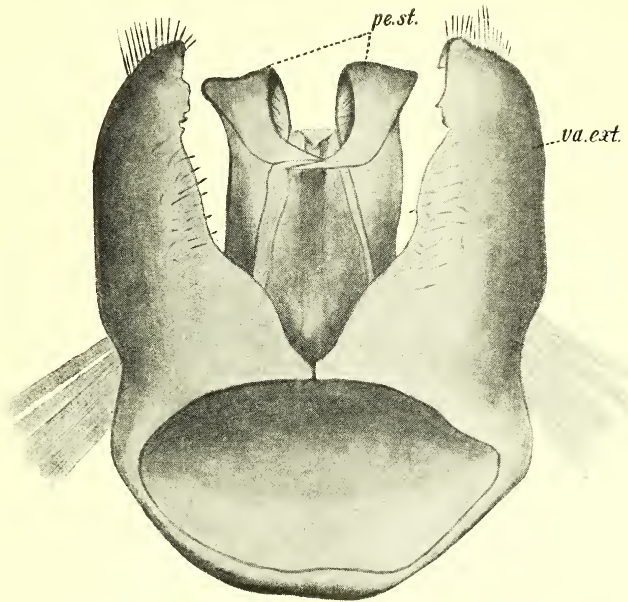


Fig. 25. *Xylocopa violacea* ventral.



Fig. 30. *Andrena cineraria.*



Fig. 31. *Andrena nitida.*



Fig. 32. *Andrena albicans* von der Seite.

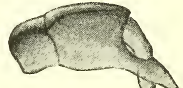


Fig. 38. *Andrena gwynana.*

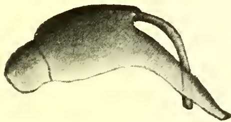


Fig. 36. *Andrena trimmerana.*



Fig. 37. *Andrena apicata.*

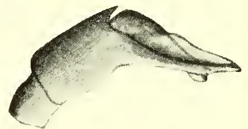


Fig. 39. *Andrena praecox.*

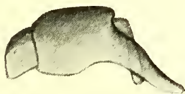


Fig. 41. *Andrena marginata.*

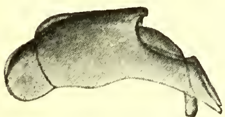


Fig. 42. *Andrena dubitata.*

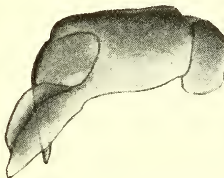


Fig. 43 *Andrena (Biareolina) neglecta.*

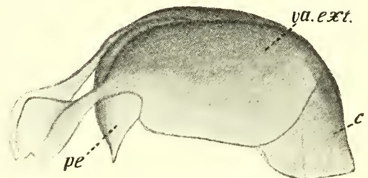


Fig. 44. *Halictus sexcinctus.*


14 NOV 24



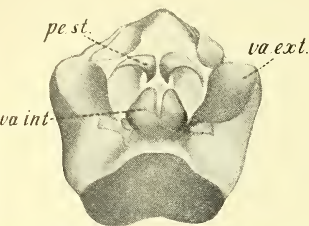


Fig. 45. *Halictus tetrazonius.*

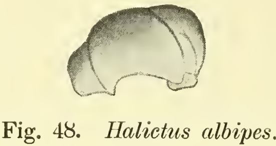


Fig. 48. *Halictus albipes.*

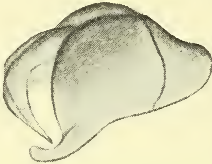


Fig. 49. *Halictus major.*



Fig. 46. *Halictus tetrazonius.*

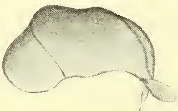


Fig. 47. *Halictus calceatus.*



Fig. 50. *Halictus morio.*

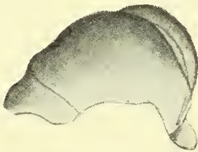


Fig. 51. *Halictus vulpinus.*



Fig. 52. *Anthophora tars*

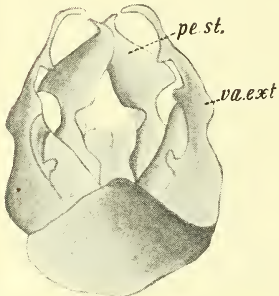


Fig. 58. *Eucera longicornis.*



Fig. 59. *Nomada succincta.*



Fig. 62. *Nomada zonata* von der Seite.

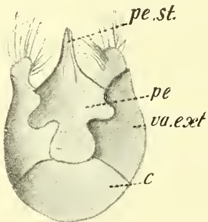


Fig. 60. *Nomada succincta* dorsal.

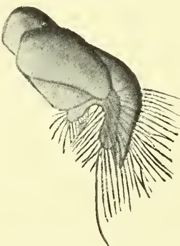


Fig. 61. *Nomada alternata.*



Fig. 64. *Nomada ruficornis.*

F

Fig. 6

va.ext.

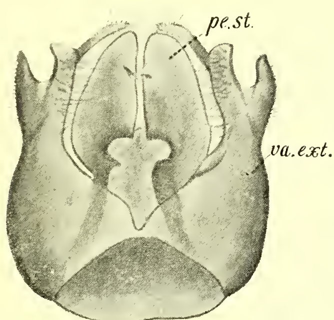


Fig. 53. *Anthophora crinipes.*

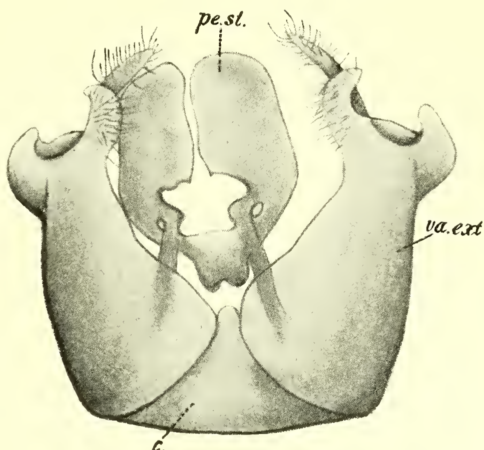


Fig. 54. *Anthophora acervorum* dorsal.

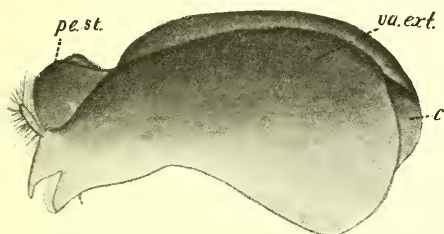


Fig. 55. *Anthophora acervorum* seitlich.

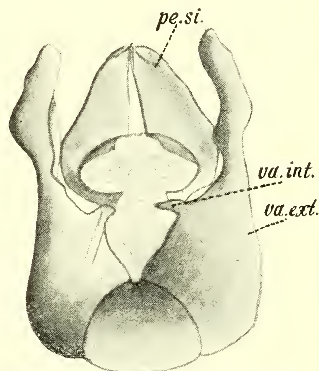


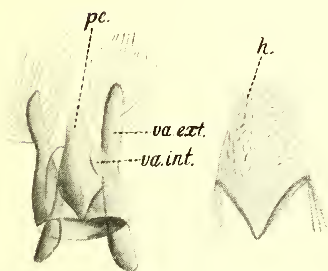
Fig. 56. *Anthophora retusa.*



Fig. 57. *Anthophora retusa.*

Nomada
ornis.

Nomada
is var.



ada bifida.

Fig. 67. *Coelioxys rufescens.*

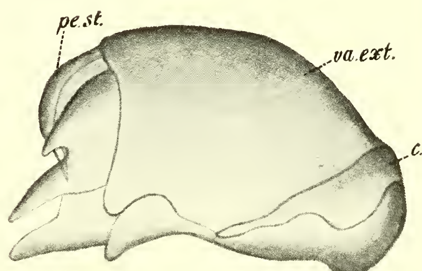


Fig. 68. *Melecta armata.*

er in Jena.


OF SURGEONS
14 NOV 24